A 3109 D

BERLIN

FUNK-TECHNIK

13 | 1973

1. JULIHEFT

Der Neuling unter den Zuhörern

(Sennheiser-Mikrofone — die Ohren der Welt)

Die aufmerksamsten Zuhörer, die den weltbewegenden Ereignissen immer am nächsten stehen, sind Mikrofone, die Ohren von Millionen Fernsehzuschauern und Rundfunkhörern. Meist sind es Sennheiser-Mikrofone des Typs MD 421. Einen Neuling sieht man nun mehr und mehr in dem gewohnten Bild der aufgebauten Mikrofone. Es ist das neueste dynamische Studio-Richtmikrofon MD 441 von Sennheiser. Es hört noch besser. Noch feiner überträgt es das Timbre einer Stimme und läßt seine Zuhörer noch besser am Zeitgeschehen teilhaben.

Das MD 441 ist ein außergewöhnlich gutes Mikrofon. Seine Qualität und seine Einstellmöglichkeiten machen es zu einem idealen Mikrofon für Profis und anspruchsvolle Tontechniker. Auch für Hobby-Tontechniker. Es ist für alle vorkommenden Übertragungstechniken geeignet. Auch für Musiker. Zehn verschiedene Frequenzgänge können definiert eingeschaltet werden. Mit dem Brillanzschalter lassen sich die hohen Frequenzen anheben. Mit dem Baßschalter kann die Empfindlichkeit für tiefe Töne gewählt werden.

Wegen seiner ausgeprägten Richtwirkung kann das MD 441 auch unter akustisch ungünstigen Bedingungen eingesetzt werden. Wenn z. B. die Übertragung durch Zwischenrufe oder Beifall in Gefahr gerät. Wenn das MD 441 einmal im harten Gerangel einer Reportage zu Boden fallen sollte, geht es immer noch. Es ist gegen grobe mechanische Stöße und auch gegen Körperschall durch ein doppeltes Gehäuse geschützt. Wenn Sie mehr über Sennheiser-Mikrofone wissen wollen, schicken Sie uns den Coupon zu. Wir halten für Sie ausführliche Informationen bereit.

SENNHEISER electronic

3002 BISSENDORF · POSTFACH 221

Ich habe Interesse für Sennheiser-Erzeugnisse und bitte um kostenlose Zusendung der folgenden Unterlagen:

- ☐ 112seitiger Sennheiser-Gesamtprospekt „micro-revue 73/74"
- ☐ Dokumentationsschallplatte „Mono/Stereo" gegen DM 2,80 in Briefmarken
- ☐ Sennheiser best-seller 73/74
- ☐ Mikrofon-Anschluß-Fibel 8. Auflage
- ☐ Gesamtpreisliste 1a/72

FUNK-TECHNIK

AUS DEM INHALT

1. JULIHEFT 1973

gelesen · gehört · gesehen 448

FT meldet 450

Fünfundzwanzig Jahre Informationstheorie 451

FT-Informationen 452

Farbfernsehen
Funktions-Modul „Chromaplatte" 453

Blaupunkt-Portable „Scout Royal" mit automatischem Sendersuchlauf 456

Fernsehen
Transistorbestückte Horizontalablenkschaltungen und Netzteile in Hochvolttechnik für Schwarz-Weiß-Heimfernsehempfänger 457

Magnetton
Heimtonbänder mit professionellen Eigenschaften 461
Weiterentwickelte professionelle 1"-Videorecorder 461

Fertigungstechnik
Kompakter spielfreier Mikromanipulator für IS-Technologie 462

Sendertechnik
UHF-Fernsehsender der dritten Generation 463

Wellenausbreitung
Die Ionosphäre 466

Für Werkstatt und Labor
Reparatur-Set für Cassetten-Recorder 468
Flexible Permanentmagnete in Bandform 468
„Cyanolit"-Kleber 468
„teslanol"-Sprays 468

Meßtechnik
Störfester Eichfrequenzempfänger 469
Kapazitätsmeßgerät mit Direktablesung 472

Persönliches 471

Für den KW-Amateur
Transistor-Fuchsjagdsender für 2 m 474

Aus Zeitschriften und Büchern
Empfindliche Lichtsonde 477
Antennen-Abstimmeinheit für den KW-Empfang 477

Ausbildung
Aus- und Fortbildung mit Computer-Unterstützung 478

Unser Titelbild: Die tragbare Farbfernsehkamera „KCR 40" der *Robert Bosch Fernsehanlagen GmbH* wiegt nur etwa 7 kg. Sie wird auf der Schulter getragen und über Kabel mit einem „Back-Pack" genannten, 5 kg wiegenden Zusatzgerät verbunden, das auf dem Rücken getragen oder in bis zu 15 m Entfernung aufgestellt werden kann.

Aufnahme: *Robert Bosch Fernsehanlagen GmbH*

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141–167. Tel.: (030) 4121031. Telex: 01 81 632 vrfkt. Telegramme: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertretender Chefredakteur: Dipl.-Ing. Ulrich Radke, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, 896 Kempten/Allgäu. Anzeigenleitung: Marianne Weidemann, Stellvertreter: Dietrich Gebhardt; Chefgraphiker: Bernhard W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH; Postscheckkonto Berlin West 76 64-103; Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto-Nummer 2 191 854 (BLZ 100 800 00). Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 3,– DM. Auslandspreise lt. Preisliste (auf Anforderung). Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck – auch in fremden Sprachen – und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. – Satz und Druck: Druckhaus Tempelhof, 1 Berlin 42.

Welkom witamy bienvenido gruezi

Internationale Funkausstellung 1973 Berlin. Industrie, Wissenschaft und Forschung zeigen, was heute ist und morgen sein wird. Die ganze Welt der Informations- und Unterhaltungs-Elektronik präsentiert sich in neuen Dimensionen. Rundfunk, Fernsehen, Phono und Antenne. Mit über 230 Ausstellern. Auf 88.000 qm Gesamtfläche.

Erfahrungen werden ausgetauscht. Information führt zur Disposition. Die Weltstadt Berlin erwartet Gäste aus allen Erdteilen. Mit einem vielseitigen Rahmenprogramm rund um die Uhr. Kommen Sie doch rüber.

AMK Berlin
Ausstellungs-Messe-Kongreß-GmbH
1000 Berlin 19,
Messedamm 22
Telefon: (0 30) 30 38-1,
Telex: 01 82 908 amk d

Informations-Coupon
Senden Sie mir bitte Unterlagen.
Name _____
Ort _____
Straße _____
Telefon _____
AMK Berlin
Ausstellungs-Messe-Kongreß-GmbH
1000 Berlin 19, Messedamm 22

Serienmäßige Fernsehempfänger mit AV-Adapter

Um serienmäßige Fernsehempfänger als HF-/Video-Monitoren in Verbindung mit professionellen Videorecordern und internen Fernsehanlagen einsetzen zu können, hat *Grundig* spezielle Audio-Video-Adapter in Modul-Stecktechnik entwickelt. Mit organisch eingebautem AV-Adapter stehen das 67-cm-110°-Farbfernsehgerät „Super Color 5010 AV" sowie der 31-cm-Schwarz-Weiß-Portable „Triumph 1210 AV" zur Verfügung. Alle Anschlüsse zum Ein- und Auskoppeln der Video- und Audiosignale einschließlich der Steuerspannung für Relais-Umschaltungen sind bei diesen Geräten auf der Rückseite in einer sechspoligen DIN-Normbuchse zusammengefaßt, so daß für die Verbindung zum Videorecorder nur ein einziges Mehrfachkabel erforderlich ist. Je nach Betriebsart am Videorecorder schaltet sich der Fernsehempfänger automatisch mit um. Bei der Aufzeichnung arbeitet er als HF-Empfänger und Kontrollmonitor; bei Wiedergabe bleibt dagegen das HF-Empfangsteil außer Betrieb, und der Fernsehempfänger übernimmt die Funktion eines videofrequenten Monitors. Da alle Übertragungen videofrequent erfolgen und das Signal somit keine Modulations- und Demodulationsstufen durchläuft, entstehen keine Signalverfälschungen.

Zum AV-Adapter des „5010 AV" gehört ein Netzstransformator zur VDE-mäßigen galvanischen Trennung des Gesamtgeräts vom Netzstromkreis; wahlweise ist auch 110-V-Betrieb möglich. Der „Triumph 1210 AV" ist bereits in der Normalausführung mit Netztransformator ausgestattet. Für studiomäßige Video-Verkabelung mit koaxialen DIN-Steckverbindungen läßt sich am sechspoligen AV-Anschluß der Geräte ein zusätzlich lieferbarer Videokoppler zwischenschalten. Er ermöglicht auch das Durchschleifen des Videosignals zu weiteren AV-Geräten und hat einen Schalter zur unmittelbaren Steuerung der Aufnahme/Wiedergabe-Umschaltung im AV-Adapter; ein Audio-Ein- und -Ausgang ist nachrüstbar.

Neue ITT-Bauelemente

Mit dem Selen-Hochspannungsvervielfacher TM 25-8 stellte die *ITT Bauelemente Gruppe Europa* eine neue Kaskade für Farbfernsehgeräte vor, die für den Einsatz in allen üblichen Schaltungskonzeptionen geeignet ist und einen um 30 % besseren Innenwiderstand aufweist. Technische Daten: Ausgangsgleichspannung 25 kV, Strahlstrom 1,5 mA, Eingangs-Impulsspannung 8,4 kV.

Die Glas-Verzögerungsleitung „TAU 40" für Farbfernsehgeräte wird jetzt mit einem schwer entflammbaren Gehäuse geliefert. Sie wiegt nun nur noch 17 g statt bisher 120 g, und der Platzbedarf wurde auf ein Zehntel reduziert.

In der Steuer- und Regeltechnik sowie bei Meßinstrumenten werden mehr und mehr Drucktasten an Stelle von Drehschaltern eingesetzt. Für diese Anwendungsfälle offeriert die *ITT Bauelemente Gruppe Europa* die Kleinkammer-Drucktaste „TJ" von *Jeanrenaud*. Sie ist mit einem neuartigen Kontaktsystem (unterbrechende oder kurzschließende Schaltweise) ausgerüstet und gewährleistet größte Zuverlässigkeit sowie lange Lebensdauer ($\geqq 10^5$ Schaltspiele). Technische Daten: Schaltspannung 250 V, Schaltstrom 0,1 A, Schaltleistung 15 W.

Das Vertriebsprogramm an Schaltern und Tasten wurde durch die Schiebeschalter „CL 6" (2 ... 6 Positionen, 1 ... 3 Stromkreise) und „CL 12" (2 ... 12 Positionen, 1 ... 6 Stromkreise) von *Jeanrenaud* erweitert. Sie stehen in kurzschließender oder unterbrechender Ausführung zur Verfügung. Technische Daten: Schaltleistung maximal 15 W bei 250 V, 0,1 A, Ruhestrom maximal 5 A.

Mikrowellen-Diodenserie ZC-800

Im *Ferranti*-Mikrowellen-Diodensortiment sind die neuesten Entwicklungen hyperabrupte Varikap-Tunerdioden der Serie ZC-800. Ihre besonderen Kennzeichen sind ein kleiner Spannungsbereich von 2 bis 20 V und ein großer Kapazitätsbereich bis zu 100 pF bei einem Kapazitätsverhältnis von typisch 5,5. Der *Q*-Faktor ist 100...300.

10-MHz-Zweikanal-Oszillograf „D61"

Für Wartung, Service und Ausbildung empfiehlt die *Rohde & Schwarz Vertriebs-GmbH*, Köln, den einfach zu bedienenden 10-MHz-Oszillografen „D61" (Schirmgröße 10 cm × 8 cm) von *Telequipment*. Das Gerät hat zwei identische Vertikalkanäle mit Bandbreiten von 10 MHz (10 mV/cm ... 5 V/cm), die einzeln oder gemeinsam dargestellt werden. Bei der gemeinsamen Darstellung bestimmt die Ablenkzeit, ob die Darstellung alternierend oder zerhackt erfolgt. Die Zeitablenkung läßt sich getrennt von beiden Kanälen triggern und überstreicht den Bereich von 100 ns/cm (mit 5fach-Dehnung) bis 500 ms/cm. Eine spezielle Triggereinrichtung für Fernsehsignale schaltet automatisch von Halbbildtriggerung bei niedrigen Ablenkfrequenzen auf Zeilentriggerung bei kürzeren Ablenkzeiten.

Rechner steuert Pegelmeßplatz

Der Pegelmeßplatz „PSM-7" von *Wandel u. Goltermann* für selektive Pegel- und Dämpfungsmessungen im Frequenzbereich 10 kHz ... 100 MHz läßt sich mit dem Programmsteuer- und Auswertegerät „PRA-30" zum lochstreifengesteuerten Pegelmeßautomaten erweitern. Er eignet sich gleichermaßen für die Fertigung und die Überwachung von Übertragungseinrichtungen. Neu ist der Anschluß des Pegelmeßplatzes an einen Rechner. Vorgesehen sind hierfür zur Zeit „PDP11" *(Digital Equipment)*, „hp 9830" *(Hewlett Packard)* und „SPC 16" *(General Automation)*. Durch den Anschluß eines Rechners stehen sehr viele Möglichkeiten der Auswertung und Steuerung zur Verfügung. Dabei bleiben die Eigenschaften des Pegelmeßplatzes voll erhalten: kleinster Frequenzschritt 1 Hz, Sendepegel in Stufen von 0,1 dB im Bereich − 69,9 ... + 10,0 dBm einstellbar, automatische Anzeige des Empfangspegels vorzeichenrichtig im Bereich − 120 ... + 20 dBm.

Neuer Feinlinienfilm „Dynalith DL7"

Ein orthochromatischer Lith-Film zur Anfertigung feinstrichiger Negative für die Herstellung hochentwickelter gedruckter Schaltkarten wurde von der *Dynachem Deutschland GmbH*, 6 Frankfurt 90, Schonberger Weg 17, unter der Bezeichnung „Dynalith DL7" in den Handel gebracht.

Erster 300-W-UKW-Sender ohne Röhren

Zum ersten Male zeigte *Rohde & Schwarz* auf der Hannover-Messe 1973 den ausschließlich mit Transistoren bestückten VHF-FM-Sender „SU 030/6201" mit 300 W Ausgangsleistung. Er ist mit vier Leistungstransistoren (BLX 15) bestückt. Die einzelnen Verstärkerstufen sind als Breitbandverstärker ausgelegt und über Leistungsteiler beziehungsweise -koppler zusammengefaßt. Das Oberwellenfilter ist in Strip-line-Technik ausgeführt. Ein Richtkoppler liefert die Leistungswerte und Steuerkriterien, mit denen die VHF-Leistungstransistoren vor Überlastung geschützt werden. Auf der Frontseite befinden sich ein Instrument zur Anzeige von Vor- und Rücklaufleistung, ein Betriebsstundenzähler, Drucktasten und Lampen für Bedienungs- und Meldefunktionen sowie ein Wahlschalter, mit dem sich die netzausfallsicher gespeicherten Störungsarten abfragen lassen. Technische Daten: Frequenzbereich 87,5 ... 108 MHz, Ausgangsleistung 300 W an 50 Ohm beziehungsweise 60 Ohm ($s \leqq 1{,}5$), Fremd- und Oberwellenabstand > 60 dB, Stromaufnahme bei 220 V etwa 5,5 A, Umgebungstemperaturbereich − 20 bis + 50°C. Die Eingangsleistung liefert der 50-W-Sender „HS 1001/51". In der Bundesrepublik wird der neue Sender erstmals beim Bayerischen Rundfunk in der Sendestelle Lindau in Betrieb gehen. Der 300-W-Sender ist speziell für die Regionalversorgung mit frequenzmodulierten Mono- und Stereo-Rundfunksendungen bestimmt.

Deutsche Fernsehumsetzer auf Schweizer Gebiet geplant

Auf Grund eines seit einiger Zeit bestehenden Postabkommens sind auf Schweizer Gebiet kleine Fernsehumsetzer in Mammern, Weiach und Laufenburg geplant, um die rechtsrheinischen Orte Oehningen, Hohentengen und Laufenburg (Baden) mit dem deutschen Fernsehprogramm zu versorgen. Entsprechende Abkommen auf Gegenseitigkeit bestehen auch mit Frankreich, Italien und Österreich.

Neues Seekabel USA–Europa

Von 20 amerikanischen und europäischen Vertragsparteien wurde ein Abkommen über den Bau des Transatlantikkabels „TAT 6" unterzeichnet. Es soll ein Seekabel zwischen den USA und Europa verlegt werden, das die größte Kapazität hat, die je für Seekabel entwickelt wurde. „TAT 6" wird 4000 Fernsprechstromkreise enthalten und auch für den Telexdienst und Datenübertragungen benutzbar sein.

Was ist SQ-Quadraphonie?

Was kann SQ-Quadraphonie?

SONY antwortet:

SQ ist mitten unter uns! Mit wachsender Aktualität steigt das Interesse, und der Fachhandel wird gefragt. Hier hilft SONY!

SONY hat als erstes Unternehmen die entscheidenden Vorteile des SQ-Systems erkannt, sich dafür entschieden und an der Entwicklung mitgewirkt. Jetzt stellt SONY dem Fachhandel eine Druckschrift zur Verfügung, die alles über SQ-Quadraphonie enthält und umfassend informiert.

Damit endlich das „babylonische Sprachengewirr" um die Vierkanaltechnik – vom Wort bis zur Wirkung – beendet wird.

Fordern Sie Ihr Exemplar an, SONY hält es für Sie bereit.

Gleichzeitig informiert Sie der Katalog über den neuen Universal-Decoder SQD-2020, ein SONY-Gerät der zweiten SQ-Generation.

SONY®

Wegbereiter für die audio-visuelle Zukunft.

SONY GmbH
5 Köln 30
Mathias-Brüggen-Str. 70/72

Forschungsaufwendungen der Wirtschaft in 10 Jahren vervierfacht

8,7 Mrd. DM, viermal soviel wie 10 Jahre zuvor, hat die Wirtschaft in der Bundesrepublik 1971 für Forschung und Entwicklung (FuE) in ihrem Bereich aufgewendet. Das sind je Kopf der Bevölkerung 142,53 DM. Diese Zahlen gehen aus der jüngsten Erhebung des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft hervor, deren erste Ergebnisse soeben vorgelegt wurden. Das vom Stifterverband im Zweijahresturnus ermittelte Datenmaterial ist Bestandteil der offiziellen Statistiken internationaler Organisationen. Die Öffentliche Verwaltung, also Bund, Länder und Gemeinden, haben 1971 den Gesamtbereich Wissenschaft mit 13,6 Mrd. DM gefördert. Davon entfielen auf Forschung und Entwicklung an den Hochschulen, den Instituten der Max-Planck-Gesellschaft und den Forschungsanstalten des Bundes und der Länder 8 Mrd. DM, also 130,54 DM je Kopf der Bevölkerung. Das sind 3,6 % aller Aufwendungen der Öffentlichen Verwaltung. Die Aufwendungen von Öffentlicher Verwaltung und Wirtschaft für Forschung und Entwicklung betrugen zusammen 16,7 Mrd. DM oder 2,2 % vom Bruttosozialprodukt der Bundesrepublik.

Letzte Sitzung des Funkausstellungs-Ausschusses

Am 25. Mai 1973 kam der Ausstellungs-Ausschuß der Internationalen Funkausstellung 1973 Berlin zu seiner letzten Sitzung vor Ausstellungsbeginn zusammen. Man nahm die vorgelegten Planungen mit Beifall zur Kenntnis. Ausstellungs-Ausschuß-Sprecher Wolfgang Nebe dankte der mit der Durchführung der Ausstellung betrauten AMK Berlin Ausstellungs-Messe-Kongreß-GmbH für ihre Arbeit. Er äußerte die Überzeugung, daß die im Zeichen des 50jährigen Jubiläums des Rundfunks in Deutschland stehende Ausstellung für alle Beteiligten ein Erfolg werden wird.

Volksrepublik China erstmals bei einer IEC-Jahrestagung vertreten

Die Volksrepublik China wird 1973 erstmals bei einer Jahrestagung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) vertreten sein. Nach Mitteilung von VDE-Generalsekretär Dr.-Ing. Horst Fleischer nimmt an der 38. IEC-Jahrestagung in München eine 16 Delegierte zählende Abordnung aus der Volksrepublik teil.

Körting mit Rekordumsatz

Die *Körting*-Gruppe hat im Geschäftsjahr 1972/73 (per 30. Juni) den höchsten Umsatz in der 48jährigen Firmengeschichte erreicht: rund 320 Mill. DM (+ 33 % gegenüber 1971/72). Die Expansion bei der Muttergesellschaft erreichte 48 %, der Zuwachs bei den Tochtergesellschaften betrug insgesamt 17 %. Das Inlandsgeschäft (135 Mill. DM) der Gruppe hat sich gegenüber dem Vorjahr nicht verändert. Das Auslandsgeschäft erbrachte einen Umsatz von 185 Mill. DM und hatte damit einen Zuwachs von 93 %. Das Auslandsgeschäft erbrachte damit der Gruppe 58 % des Umsatzes. Zur Ertragslage wird mitgeteilt, daß eine Umsatzrendite von 2,5 % nach Steuern – die in der Branche als gutes Ergebnis angesehen wird – nicht erreicht werden konnte. Gegenwärtig beschäftigt die Gruppe mehr als 4000 Mitarbeiter. Es ist ein Auftragsbestand für knapp ein Jahr vorhanden.

Neues Osram-Werk in Berlin

Nach einer Bauzeit von nur zwei Jahren und zwei Monaten seit dem ersten Spatenstich hat die *Osram GmbH* am 16. Mai 1973 in Berlin eine moderne Entladungslampenfabrik an der Nonnendammallee fertiggestellt. Mit rund 40 Mill. DM Kosten für Bau und Betriebsanlagen ist diese Fabrik das bisher größte *Osram*-Projekt der Nachkriegszeit. Mit 120 m Breite, 200 m Länge und 9 m Höhe ist die neue Fabrikhalle dreimal so groß wie das Innenfeld des Berliner Olympiastadions. In dieser Halle werden auf 13 Fertigungslinien Entladungslampen produziert werden.

Neues Saba-Service-Center

Der größte Teil des von *Saba* übernommenen früheren *Hopt*-Werkes in Rottweil wurde als neues *Saba*-Service-Center ausgebaut. Hier sind ein Schulungszentrum für die Durchführung von Techniker-Lehrgängen, die Zentralwerkstatt und das Material- und Versandwesen der *Saba*-Service-Organisation untergebracht. In Rottweil laufen auch Farbfernseh-Wochenlehrgänge für Techniker des Fachhandels. Bei jedem Kurs können 36 Teilnehmer ausgebildet werden. Hinzu kommen externe 2-Tage-Seminare im gesamten Bundesgebiet und auch im Ausland.

Elektromedizin mit hoher Exportquote

Die deutsche elektrotechnische Industrie produzierte im Jahre 1972 elektromedizinische und strahlentechnische Geräte im Wert von 971 Mill. DM. Die Steigerungsrate lag bei 24 %. Die Exportquote ist mit rund 50 % relativ hoch. Die Ausfuhr wuchs um rund 21 %. Die Einfuhr erhöhte sich um etwa 11,6 %.

Wachsender Absatz von Hörgeräten

Wie der Fachverband Elektromedizinische und Strahlentechnische Geräte im ZVEI mitteilt, wurden 1972 in der Bundesrepublik 111 422 Hörgeräte verkauft (gegenüber 104 672 im Jahre 1971 und 93 284 im Jahre 1970). Auf die Hinter-dem-Ohr-(HDO-)Geräte entfallen davon 79 %; der Marktanteil der Taschengeräte beträgt 15 % und der der Hörbrillen 6 %. Die Im-Ohr-Geräte haben sich bisher nicht durchsetzen können. Die Zahl der Hörbehinderten, die als Träger von Hörgeräten in Frage kommen, wird vom Fachverband mit 3,5 Millionen angegeben.

Fernmeldesatelliten-Verbindung USA–China

Die *American Western Union International*, New York, ist Partnerin eines Abkommens, das die Schaffung einer direkten Fernmeldeverbindung über Satelliten zwischen China und den USA innerhalb Jahresfrist vorsieht.

Neues vom Valvo-Filmdienst

Der *Valvo*-Filmdienst setzt mit dem farbigen Zeichentrickfilm „Halbleiter-Bauelemente" die Serie „Halbleiterphysik" fort. Sie vermittelt mit den Titeln „Eigenhalbleiter", „Störstellen-Halbleiter", „Der PN-Übergang", „Die Kristalldiode" und „Der Transistor" die Grundlagen der Halbleitertechnik. Der neue Film gibt einen Überblick über Halbleiter-Bauelemente nach dem gegenwärtigen Stand der Technik. An Hand der zunehmenden Anzahl der Zonen mit unterschiedlichem Leitungscharakter wird die Vielzahl der Halbleiterelemente in eine Ordnung gebracht und durch Anwendungsbeispiele verdeutlicht. *Valvo* stellt nur 16-mm-Lichttonfilme zur Verfügung; der Verleih erfolgt kostenlos.

1972 über 12 000 erfolgreiche Lehrgangsteilnehmer in 77 anerkannten Elektronikschulungsstätten

Das Heinz-Piest-Institut an der Technischen Universität Hannover, Leitstelle für die bundeseinheitliche praxisorientierte Elektronikschulung, hat seine „Statistische Übersicht 1972" in Form einer 30seitigen Broschüre (A 5) veröffentlicht. Danach wurden von den 77 bisher anerkannten Elektronik-Schulungsstätten 525 Lehrgänge durchgeführt. Über 12 000 Teilnehmer haben die zugehörigen Abschlußprüfungen bestanden und damit den Elektronik-Paß erworben. Die Broschüre kann kostenlos beim Heinz-Piest-Institut, 3 Hannover, Wilhelm-Busch-Straße 18, angefordert werden.

Japanische Ehren-Urkunde für „Revox A 77"

Anläßlich des 25jährigen Firmenjubiläums überreichte die japanische Delegation während der Auslandsvertretertagung vom 14. bis 18. Mai 1973 Willi Studer, Regensdorf-Zürich, dem Inhaber des gleichnamigen Werkes, eine Ehren-Urkunde, deren genauest mögliche Übersetzung folgendermaßen lautet: „Ihr hochgeschätztes Produkt, das Tonbandgerät „Revox HS-77 Mark III" (Exportbezeichnung für „A 77" mit 19/38 cm/s), ging als Gewinner des Grand Prix für ausländische Geräte im 2. japanischen Stereo-Geräte-Wettbewerb hervor. Wir sprechen Ihnen unseren tiefen Respekt vor Ihren ergebenen Anstrengungen im Entwickeln und Weiterentwickeln Ihrer Geräte aus und freuen uns auf Ihre zukünftigen Beiträge zum gedeihlichen Wachsen des Audio-Sektors. Japanisches Wettbewerbskomittee für den Grand Prix der Stereo-Geräte; unterzeichnet ist die Urkunde von Eikichi Ishihara, dem Präsidenten der *Radio Gijutsu Ltd.*

28. JAHRGANG · 1973 · Nr. 13

RUNDFUNK
FERNSEHEN
PHONO
MAGNETTON
HI-FI-TECHNIK
AMATEURFUNK
MESSTECHNIK
HALBLEITER
ELEKTRONIK

FUNK-TECHNIK

Chefredakteur: WILHELM ROTH
Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

Fünfundzwanzig Jahre Informationstheorie

Vor fast genau einem Vierteljahrhundert veröffentlichte Claude E. Shannon, damals 32jähriger Forscher der Bell Telephone Laboratories, eine Arbeit mit dem Titel „A Mathematical Theory of Communication". Sie fand damals nur bei einigen wenigen Wissenschaftlern und Ingenieuren die ihr gebührende Beachtung, denn die wissenschaftliche und technische Welt stand Mitte des Jahres 1948 völlig im Bann der kurz zuvor veröffentlichten Arbeiten von J. Bardeen, W. Brittain und W. Shockley — Forschern desselben Unternehmens auf dem Gebiet der Festkörperphysik — über den ersten Transistor. Gegenüber diesem Ereignis trat Shannons Arbeit in den Hintergrund. Ihre Auswirkungen auf die gesamte Nachrichtenübertragungstechnik und viele andere Gebiete wurden zunächst nur von wenigen richtig erkannt und eingeschätzt, denn es war ja „nur" eine Theorie, dazu noch eine mathematische.

Schon Jahre zuvor hatte sich Shannon mit der von dem Engländer George Boole (1815—1864) entwickelten abstrakten Algebra (Algebra der Logik, Schaltalgebra) beschäftigt. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß die auftretenden Variablen nur zwei Werte annehmen können. Shannon wies bereits 1938 nach, daß diese Boolesche Algebra ganz besonders für die Lösung schaltungstechnischer Probleme geeignet ist. Welche Auswirkungen die vor 35 Jahren von Shannon angestellten Überlegungen aber selbst heute noch haben, mag die Tatsache erhellen, daß sich in zunehmendem Maße Experten auf dem Gebiet des Patentrechts mit der Frage beschäftigen, ob die Erkenntnisse dieser Schaltalgebra überhaupt noch den Patentschutz für eine Schaltung zulassen.

Die vor 25 Jahren von Shannon veröffentlichte Theorie ist heute allgemein als Informationstheorie bekannt. Alle von ihm damals zusammengefaßten grundsätzlichen Erkenntnisse haben auch heute noch Gültigkeit. Die Informationstheorie beschreibt den Prozeß der Nachrichtenübertragung und gibt an, wie er sich vereinheitlichen und quantifizieren läßt. Sie ist keine Theorie, die Anweisungen zum Entwurf eines Systems gibt, sondern sie sagt, wie man mit Hilfe statistischer Methoden eine gemeinsame Grundlage und Betrachtungsweise für die verschiedenstartigen Übertragungssysteme finden kann. Sie ist, wie Steinbuch es einmal formuliert hat, die „Lehre von der meßbaren Nachricht". Versteht man Nachricht oder Information in weitem Sinne des Wortes, dann wird sofort klar, daß die Informationstheorie nicht nur für die elektrische Nachrichtenübertragung von fundamentaler Bedeutung ist, sondern ebenso für die Computertechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik, Biologie, Physiologie, Psychologie, Soziologie usw.

Die Übertragung einer Nachricht (Information, Signal) erfolgt ganz grob schematisch etwa wie folgt: Eine Nachrichtenquelle gibt die zu übertragende Information (Meldung) auf einen Sender. Dort wird sie in eine für die Übertragung geeignete Form codiert und das Signal über einen Übertragungskanal zum Empfänger übertragen. Auf dem Übertragungsweg treten zu den die Information enthaltenden Nutzsignalen unerwünschte Störsignale (Rauschen, atmosphärische Störungen usw.) hinzu, so daß die beim Empfänger ankommenden Signale nicht mehr mit den ausgesandten identisch sind. Der Empfänger decodiert die ankommenden Nutz- und Störsignale und gibt sie an das Bestimmungsorgan weiter. Wegen der im Übertragungskanal hinzugekommenen Störungen muß man am Ende der Übertragungsstrecke einen Informationsverlust oder sogar einen gewissen Anteil an falschen Informationen in Kauf nehmen.

Shannons großes Verdienst ist es nun gewesen, in eindeutiger Weise gezeigt zu haben, daß es möglich ist, Informationen mit einer bestimmten endlichen, durch den Übertragungskanal gegebenen Rate selbst bei einem mit Rauschen behafteten Kanal mit einer Fehlerwahrscheinlichkeit zu übertragen, die beliebig klein gemacht werden kann. Es besteht also eine mathematische Beziehung zwischen der Kapazität eines Kanals und der Signalmenge, die er ungestört zu übertragen vermag (Transinformationsfluß). Das Zauberwort für diese Möglichkeit heißt Codierung. Die für die Codierung und Decodierung maßgebenden gesetzmäßigen Zusammenhänge, um damit den informationszerstörenden Vorgang Rauschen zu eliminieren, hat Shannon untersucht und formuliert.

Die von einer Nachrichtenquelle gelieferten Signale können diskret (Buchstaben, Ziffern usw.) oder kontinuierlich (Rundfunk- oder Fernsehsignale usw.) sein. Ihre Ergiebigkeit hat Shannon als Entropie bezeichnet, das heißt als ein Maß für die mittlere Ungewißheit, mit der das Bestimmungsorgan ein Signal erwarten kann, bevor es von der Nachrichtenquelle ausgesandt worden ist. So besteht beispielsweise bei Übertragung der 26 Buchstaben des Alphabets grundsätzlich für jeden Buchstaben die gleiche Wahrscheinlichkeit des Auftretens. Überträgt man aber einen deutschen Text, dann weiß man aus statistischen Untersuchungen, daß die Vokale und bestimmte Konsonanten sehr viel häufiger vorkommen als beispielsweise das Q oder das X. Ein selten vorkommender Buchstabe enthält somit mehr Information als das im Deutschen am häufigsten vorkommende E. Ein verlorengegangenes oder falsch übertragenes E läßt sich deshalb aus dem Wort- oder Satzzusammenhang meist korrigieren. Bei diskreten Signalen hängt die Entropie von der Anzahl der verfügbaren Zeichen und der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens ab. Bei kontinuierlichen Signalen tritt an die Stelle der Wahrscheinlichkeit die Amplitudenverteilung.

Wird in einem Codewort auch nur ein Zeichen falsch übertragen, so entsteht beim Empfänger ein Fehler, der nicht ohne weiteres erkennbar ist. Zum Schutz gegen solche Fehler kann man fehlerentdeckende oder fehlerkorrigierende Code benutzen. Sie beruhen auf der Einführung von Redundanz, das heißt eines Informationsanteils, der nichts zur Information beiträgt, den Informationsfluß jedoch vergrößert. Durch geeignete Codierung (Quellen- und Kanalcodierung) und Wahl der Kanalbandbreite läßt sich durch Anwendung informationstheoretischer Erkenntnisse der Einfluß von Störungen aller Art weitgehend unterdrücken.

Der 1916 in den USA geborene Claude E. Shannon war Schüler von Norbert Wiener und wie er Professor für Mathematik am berühmten Massachusetts Institute of Technology (MIT). Kein Wunder, daß Shannon durch diese enge Verbindung mit dem „Vater der Kybernetik" auch auf diesem Gebiet gearbeitet hat. Erwähnt seien hier nur seine Arbeit „Presentation of a Maze-Solving-Machine" (Automatische Lösung des Problems der Orientierung im Labyrinth) aus dem Jahre 1951 und die 1953 erschienene Arbeit „Computers and Automata", in der er eine Systematik für spielende Automaten aufstellte. Kybernetik ist heute die Wissenschaft von den informationellen Strukturen (Regelung, Informationsübertragung, Informationsverarbeitung) im technischen und außertechnischen Bereich. Neben der allgemeinen oder formalen Kybernetik steht heute als Spezialgebiet die angewandte Kybernetik. Und wenn es heute sogar möglich ist, kybernetische Modelle vom Verhalten eines Menschen in bestimmten Situationen, vor allem in Konfliktsituationen, zu erstellen, dann ist auch das in weiterem Sinne nicht zuletzt eine Auswirkung der von Shannon formulierten und von ihm und anderen Wissenschaftlern auf die Kybernetik angewandten Informationstheorie.

W. Roth

Atlas Electric. Die in Ganderkesee ansässige Firma offeriert als Verkaufshilfe für Vorführzwecke den Lautsprecher-Verstärker-Umschalter „VLU 011". Man kann mit ihm bis zu 8 Stereo-Verstärker oder andere Tonquellen auf bis zu 8 Lautsprecherboxen- oder Kopfhörerpaare in beliebiger Reihenfolge durch Tastendruck umschalten oder auch ein bestimmtes Lautsprecherpaar an verschiedene Tonquellen anschalten.

Blaupunkt. Zwei Prospekthefte liegen vor: „Autoradio 73" (26 Seiten A 4) und „Idealprogramm 73" (40 Seiten A 4). Das „Ideal-Programm" stellt eine Auswahl von Geräten aller Erzeugnisgruppen vor. Die Bezeichnung „Ideal" entstammt dem ursprünglichen Firmennamen des Unternehmens, das vor 50 Jahren als *Ideal Radio-Telefon- und Apparate-Fabrik GmbH* in Berlin gegründet wurde.

Neu im Farbfernsehempfänger-Sortiment sind „Corona Color" (67-cm-Bildröhre, 8 Programme speicherbar, Schaltung durch Berühren einer der insgesamt 8 Metallziffern im Bedienfeld; Fernbedienung zusätzlich lieferbar) sowie „Olympic Color" (56-cm-90°-Bildröhre, 7 beliebig belegbare Programmtasten, Gehäuse in Nußbaum-Dekor oder Perlweiß; Fernbedienung lieferbar). Der Hersteller charakterisiert das letztgenannte Gerät als „besonders preisgünstig" und „auch für den kleineren Wohnraum geeignet".

Deutsche Grammophon. Den Aufnahmen mit der Erfolgskapelle James Last ist ein Sonderprospekt gewidmet. Verzeichnet sind 36 „Polydor"-Plattentitel (darunter 2 Kassetten mit 2 beziehungsweise 3 LP).

Dual. Die Firma hat den Betrieb der *Kaiser-Radio-Werke* in Kenzingen übernommen. Die 350 in Kenzingen Beschäftigten fertigen elektronische Baugruppen für Verstärker.

Grundig. Das Vorstandsmitglied Josef Stoffels erklärte, daß ab Januar 1974 im Werk Karlsruhe auch Farbfernsehportables mit 37-cm-Bildröhre, Modul-Bausteinen und Sensortechnik zum Preis von unter 1300 DM vom Band laufen werden. Der Typ werde zur Funkausstellung auf den Markt kommen. Er sei in seiner technischen Spezifikation „jedem derzeit auf dem deutschen Markt angebotenen japanischen Farbfernsehgerät überlegen".

Unter der Bezeichnung „Fernauge FA 1005" stellte die Firma eine Fernseh-Kompaktkamera für Schwarz-Weiß-Aufnahmen vor, die in ihren Abmessungen etwa einer konventionellen Amateurfilmkamera entspricht. Die Kamera wird von einem getrennten Netzgerät gespeist, in dem sich auch ein HF-Modulator befindet. Der direkte Bildsignal-Ausgang an der Kamera ist videofrequent. Somit kann sie an handelsübliche Fernsehempfänger, Kontrollmonitore sowie an Video-Cassetten-Recorder zur Bildaufzeichnung angeschlossen werden.

Mit dem Funksprechgerät „FK 101" wurde die erste Stufe des Sprechfunk-Geräteprogramms für Anwendungen im Rahmen der nichtöffentlichen beweglichen Landfunkdienste vorgestellt. Es handelt sich um ein kompaktes Einkanal-Gerät, das im 160-MHz-Band arbeitet. Ein UHF-Gerät für den zunehmend an Bedeutung gewinnenden 70-cm-Bereich wurde angekündigt.

Heft 1/73 der Hauszeitschrift „Technische Informationen" informiert unter anderem über Meßgerätetechnik (Millivoltmeter „MV 40" und RC-Generator „TG 40") sowie über Videotechnik. Als technische Neuheiten werden die „High Energy Studio-Cassette C 90" (kobaltaktiviert) und der Kopfhörer „GDH 208" (Mono-Ausführung mit 3,5-mm-Klinkenstecker nach DIN 45 318) herausgestellt.

Hewlett-Packard. Im Vertriebsbereich Bauelemente arbeitet neuerdings als weiterer Verkaufsingenieur Horst Dick (mit Sitz in Düsseldorf) für die Gebiete Nordrhein-Westfalen, Nord-Niedersachsen, Bremen und Hamburg.

Hitachi. Ausgabe 5/73 des Geschäftsfreunde-Rundbriefes „Das Neueste von Hitachi" offeriert vier Autoradios: „KM-1022 R" (UM, für Selbsteinbau geeignet, 148 DM), „KM-1022 F" (UM, 158 DM), „KM-1520" (UM, 5 Stationsdrucktasten, 238 DM) sowie „KM-1500" (UKML, 5 Stationsdrucktasten, Spitzengerät des Fabrikats, 258 DM). Weiter werden folgende für den Betrieb im Kraftwagen geeigneten Geräte angeboten: Stereo-Cassetten-Spieler „CS-204" (Abspielgerät für 2-Spur-Compact-Cassetten, 288 DM; dazu empfohlener Lautsprecher: „SB-241"), 8-Spur-Stereo-Cassettenspieler „CS-1400 IC" (Abspielgerät für 8-Spur-Stereo-Cassetten, 198 DM), Quadrophonie-Cassetten-Spieler „CS-4000 IC" (Abspielgerät für 8-Spur-Quadro-Cassetten, 388 DM) sowie Autoradio-Cassetten-Spieler „CSK-1300 IC" (U, Abspielgerät für 8-Spur-Cassetten, 398 D-Mark). Diese Preise sind empfohlene Richtpreise. Angeboten werden auch Compact-Cassetten und 8-Spur-Cassetten. Die Firma verweist darauf, daß das Angebot an bespielten Tonträgern für Stereo- oder Quadro-8-Spur-Abspielgeräte sprunghaft zugenommen hat und empfiehlt den Geschäftsfreunden: „Lassen Sie diesen Markt nicht vorübergehen!"

International Components. Die im Ausland als Lieferant von Gleichstromkleinstmotoren (Bereich 3 ... 100 W) bekannte Firma mit Stützpunkten in Japan, Taiwan, Hongkong und Chicago/USA hat neuerdings auch in Deutschland eine Niederlassung eingerichtet: *International Components Corp. Elektrobauelemente GmbH Europa*, 8501 Ezelsdorf, Telefon (0 91 88) 3 45, Telex 62 44 68.

ITT Schaub-Lorenz. Neu im Cassetten-Recorder-Sortiment ist der „studio recorder 72 stereo" (Netz- und Batteriebetrieb, interne Endverstärkung und Wiedergabe in Mono, Wiedergabe über Musikanlage daheim in Stereo; Festpreis: 349 DM).

Metz. Neu im Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger-Sortiment ist der Portable „Florida" (44-cm-Bildröhre, 7 Klaviertasten, Netzbetrieb, 3,5 W Tonausgangsleistung, Gehäuse mit Kunstlederbezug).

3M. „443" ist eine Alarmanlage mit eingebautem Alarmgeber, die nach dem Ultraschallprinzip im Netzbetrieb arbeitet. Die Firma nennt dafür einen Preis von 598 DM. Zusätzlich wird das Alarmhorn „70" (156 DM) geliefert, wenn der Alarm in andere Räume oder ins Freie verlegt werden soll. Ein einschlägiger Faltprospekt liegt vor.

MPS-Records. Die Firma hat die Musik der „Heidelberger Jazztage 1973" (Anfang Juni) mitschneiden lassen und offeriert ein entsprechendes Schallplatten-Doppelalbum.

Saba. Die Freiburger Generalvertretung, die seit 25 Jahren bestehende *Wilhelm Michels KG*, hat in der Wiesentalstraße 29 einen Neubau bezogen.

Sharp. Die Firma hat in 8 München 46, Ingolstädter Straße 60 D, Euro-Industriepark, Geschäftsräume gemietet. Hier werden ein Kundendienst-Zentrum und Ausstellungsräume (für den Fachhandel) eröffnet.

Sony. Neu im Reiseempfänger-Sortiment ist „Captain 55" (UKM Marineband, 60-min-Zeitschaltungen für die Funktionen Ein/Aus, Batteriebetrieb, bei Verwendung des Netzteils „AC-456 C" auch Netzbetrieb und bei Verwendung des Verbindungskabels „DCC-126" auch Betrieb am 12-V-Akku, 2,8 W Ausgangsleistung, Meßgerate-Design).

Zwei neue Gesamtprospekthefte liegen vor: über Hi-Fi-Stereo-Tonbandgerate (8 S. A 4, mit Einzelbeschreibungen und Tabelle der technischen Daten von fünf Geräten sowie Hinweis auf die Spulentonbänder und die Mikrofone des Fabrikats) sowie über Zubehör (32 S. A 4, für Hi-Fi-Komponenten, für Rundfunkempfänger, für Cassetten- und Spulentonbandgeräte, für Fernsehempfänger und für Gerätebetrieb im Auto und allgemeine Zwecke, ferner Tonbänder und Leerspulen, Cassetten und Geräteumschalter).

Die Ausgabe 5/5/73 der Informationen für den Fachhandel offeriert den neuen Universal-Decoder „SQD-2020" (als Nachfolgetyp für den „SQD-2000" mit Vereinfachungen an den Bedienungselementen und daher verbilligt); man kann mit ihm jede Stereo-Anlage auf vierkanalige Wiedergabe erweitern.

Studer. Das Unternehmen beging sein 25jähriges Firmenjubiläum. Aus diesem Anlaß kam eine bebilderte Jubiläumsbroschüre mit dem Titel „Studer-Revox" heraus, die der Darstellung der Produkte, ihrer Herstellung sowie der Geschichte des Unternehmens gewidmet ist. Die Druckschrift nennt die folgenden Produktionsbetriebe und Verkaufsgesellschaften der Gruppe: Willi Studer, Regensdorf-Zürich, mit Zweigwerk in Mollis – Willi Studer GmbH, Löffingen, mit Zweigwerken in Bonndorf, Ewattingen und Säckingen – Studer Franz AG, Wettingen – Ela AG, Revox International, Regensdorf-Zürich.

syma electronic. Der in FUNK-TECHNIK 11/73, Seite 401, erwähnte Cassetten-Recorder „TCD 300" von *Tandberg* kostet nicht, wie irrtümlich angegeben, 2000 DM, sondern 1200 D-Mark (einschließlich Gema-Gebühr).

PRODUKTIONSZAHLEN

Geräteart	Monat	Stück	Prod.-Wert 1000 DM
	Farbgeräte		
	April 1972	114 051	158 747
	April 1973	**167 994**	**230 561**
	Schwarz-Weiß-Geräte		
	April 1972	128 169*	50 685*
	April 1973	**135 767**	**51 040**
	April 1972	344 921	54 378
	April 1973	**394 840**	**58 752**
	April 1972	104 149	30 953*
	April 1973	**140 501**	**40 545**
	April 1972	24 088	10 759
	April 1973	**31 238**	**12 651**

Amtliche Zahlen („Produktions-Eilbericht" des Statistischen Bundesamtes) mit Zahlen vom Berichtsvorjahr zum Vergleich; *frühere amtliche Angaben amtlich korrigiert

TEILNEHMERZAHLEN

Gebührenpflichtige Hörfunk- und Fernsehteilnehmer; Stand per 1. Juni 1973 (in Klammern: Änderungen gegenüber Vormonat)

	19 275 264	(+ 12 712)
	17 257 918	(+ 19 336)

Per 1. April waren 1 144 843 Hörfunk- und 1 011 948 Fernsehteilnehmer gebührenfrei

H.-J. TUCHOLSKI

Funktions-Modul „Chromaplatte“

Der Ersatz der Röhren durch Transistoren führt dazu, daß Farbfernsehgeräte leichter werden, weniger Wärme entwickeln und nicht zuletzt wegen der 110°-Farbbildröhre kleiner gebaut werden können. Waren Module bei Röhrengeräten vor allem aus Gründen der Raumersparnis von Nutzen, so muß das Bestreben heute der Einsatz von „Funktions-Modulen“ sein. Die neuen, bis auf die Bildröhre vollständig mit Halbleiterbauelementen bestückten *Blaupunkt*-Farbfernsehgeräte enthalten sechs derartige Module; eines davon ist die Chromaplatte, die im folgenden beschrieben wird. Eine Chromaplatte war übrigens schon bei der ersten *Blaupunkt*-Farbgerätegeneration 1967 als steckbares Modul ausgebildet.

Der Umfang eines Funktions-Moduls ergibt sich aus einigen wesentlichen Kriterien. Mechanische Stabilitätsgründe geben die maximale Anzahl der Kontaktstellen an, während Art und Anzahl der notwendigen Eingangs- und Ausgangssignale die minimale Kontaktanzahl bestimmen. Weiterhin sollten die Ausgangssignale nur unwesentlich von Signaltoleranzen abhängen, die außerhalb des Moduls zu erwarten sind. Daher kann das Modul endabgeglichen und vollständig funktionsgeprüft werden.

1. Funktionen der Chromaplatte

Bild 1 zeigt den Funktionsblock, der auf der Platine der neuen *Blaupunkt*-Chromaplatte untergebracht ist. Er umfaßt gegenüber dem Aufbau mit der bisherigen Chromaplatte zusätzlich die Stufen für den Impedanzwandler und Verstärker sowie die Reaktanzstufe, die vorher als Röhrenschaltungen ausgelegt waren. Die neuen Schaltungen haben sich gegenüber den Röhrenschaltungen teilweise grundsätzlich geändert, und außerdem wurden einige neue Prinzipien der Signalverarbeitung angewendet. Im folgenden werden vor allem diese Schaltungen und ihr Zusammenhang mit der Gesamtfunktion erläutert.

Ing. (grad.) Hans-Jürgen Tucholski ist Mitarbeiter in der Farbfernsehgeräte-Entwicklung von *Blaupunkt*, Hildesheim.

Der getastete Burstverstärker (*1*) erhält das Summensignal aus dem positiv gerichteten Zeilenrückschlagimpuls und dem auf einen konstanten Wert geregelten vollständigen Farbartsignal. Am Emitter des Verstärkertransistors steht dann eine zeilenfrequente Sägezahnspannung, die den Transistor nur während der Burstdauer als Konstantstromquelle aufsteuert und im Kollektorkreis eine Burstspannung von etwa 28 V_{ss} erzeugt. An einem zusätzlichen Kollektorwiderstand steht ein negativer, mit dem Burst zeitgleicher Impuls von etwa 4 V_{ss} zur Verfügung, der zur Synchronisation des PAL-Multivibrators (*5*) dient. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß die Flanken des Multivibrators zeitgleich mit denen des PAL-Identifikationssignals sind. Das ist für die Identifikationsschaltung sehr wichtig.

Der auf etwa 40 V_{ss} transformierte Burst gelangt zusammen mit einer Oszillatoramplitude von etwa 11 V_{ss} zur Phasenvergleichsschaltung (*2*). Beide Signale sind gleichspannungsmäßig auf Masse bezogen. Die Ausgangsspannung dieser Gegentakt-Einweggleichrichterschaltung ergibt sich aus der Summe der entgegengesetzt gepolten und um eine Zeile phasenverschobenen Halbzeilensägezahnspannungen. Diese Rechteckspannung, deren Dachschräge von der Zeitkonstante aus Ladekapazitäten und Brükkenwiderständen bestimmt wird, entspricht der Burstphase und dient als Identifikationssignal. Überlagert ist ihr eine Gleichspannungskomponente, die über den Tiefpaß (*6*) an den Eingang der Resistanzstufe (*7*) geführt wird. Diese Stufe bewirkt die Frequenzabstimmung des Oszillators (*8*). Aus dem Phasenvergleich wird als dritte Information neben der Identifikations- und der AFPC-Information (automatische Frequenz- und Phasenregelung) die Farbartregelspannung gewonnen. Diese und die Identifikationsspannung werden in dem Summenbildner (*3*) addiert und dem Impedanzwandler und Verstärker (*4*) zugeführt. Diese Stufe bewirkt einerseits eine Verstärkung des Halbzeilenrechtecks von etwa 1,5 V_{ss} auf 3,8 V_{ss} und andererseits die Transformierung des Innenwiderstandes der Regelspannungsquelle. Die ACC-Regelspannung (automatische Farbsignalregelung) wird vom Emitter des Impedanzwandlertransistors abgenommen und über ein Tiefpaß-Siebglied (2,2 kOhm, 10 µF) dem Farbartsignalverstärker zugeführt.

Am Kollektor des Verstärkertransistors entsteht die verstärkte Identifikationsspannung. Gleichzeitig stellt er den Ausgang eines weiteren Summenbildners (*9*) dar, dessen Ausgangsspannung der Summe von verstärkter Identifikationsspannung und Multivibratorspannung entspricht und über einen Kondensator zur Integratorschaltung (*10*) gelangt. Der Ausgang dieser Schaltung liefert eine sehr rauscharme Information zur Synchronisierung des PAL-Multivibrators (*5*), die an einen Steuereingang des Multivibrators geführt wird und ein Neusetzen des PAL-Schalters gestattet. Nach der Siebung mit dem Tiefpaß (*11*) steht außerdem ein Signal zur Farbabschaltung zur Verfügung.

2. Aufbau

Das Chroma-Modul hat 2×7 Kontakte und wird durch eine mechanische Einrastung auf der Haupt-Chassisplatine gesichert. Neben der Betriebsspannung sind vier Eingangssignale notwendig, die niederohmig zur Verfügung stehen. Die vier Ausgangssignale liegen an den Kontakten *5*, *10*, *11* und *13*. Von fünf Abgleichstellen können drei im Rahmen der Funktionsprüfung endgültig abgeglichen werden. Der Nachabgleich der übrigen zwei erfolgt beim Betrieb im kompletten Gerät und ist unkritisch.

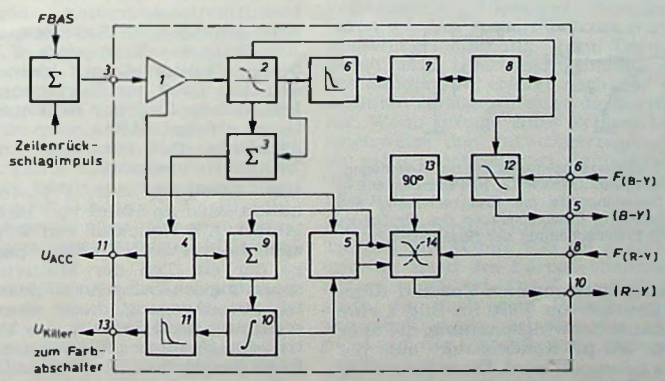


Bild 1. Funktionsblock der Chromaplatte; *1* getasteter Burstverstärker, *2* Phasenvergleichsschaltung, *3* Summenbildner, *4* Impedanzwandler und Verstärker, *5* PAL-Multivibrator, *6* Tiefpaß, *7* Resistanzstufe, *8* Oszillator, *9* Summenbildner, *10* Integratorschaltung, *11* Tiefpaß, *12* (*B*–*Y*)-Demodulator, *13* Phasendrehglied, *14* (*R*–*Y*)-Demodulator

3. Farbträgerregenerator

Im Bild 2 ist die Schaltung des Farbträgerregenerators und der beiden Synchrondemodulatoren dargestellt. Dieser Schaltungsteil umfaßt den eigentlichen Oszillator mit *T 330*, die Resistanzstufe mit dem Sperrschicht-FET *T 320*, der als Nachsteuerstufe arbeitet, den (*B* - *Y*)-Demodulator mit *L 338*, *L 339* und den mit 90° Phasendrehung angekoppelten (*R* - *Y*)-Demodulator mit *L 373*, *L 374*.

Der Oszillatortransistor *T 330* arbeitet in Kollektorschaltung. An seinem Emitter steht eine konstante 4,433-

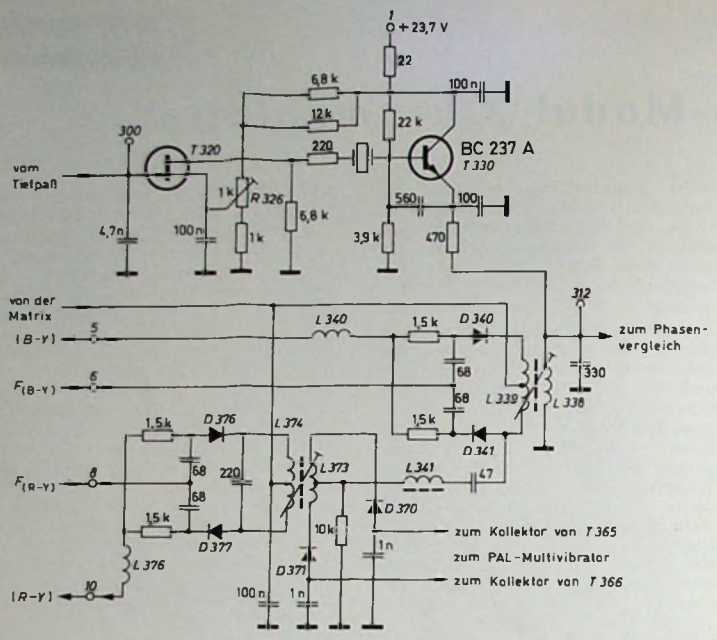


Bild 2. Farbträgerregenerator mit (*B*–*Y*)- und (*R*–*Y*)-Synchrondemodulator

MHz-Schwingspannung mit einer Amplitude von 22 V_{ss}, die einer dem Arbeitspunkt entsprechenden Gleichspannung von etwa 13 V überlagert ist. Der Resonanzkreis *L 338*, 330 pF wird etwa mit dem Emitter-Gleichstromwiderstand von 470 Ohm durch die Demodulatoren belastet, so daß am Meßpunkt *312* eine Farbträgerspannung von 11 V_{ss} zur Verfügung steht. Der Gegentakttransformator *L 339* übersetzt diese Spannung im Verhältnis 1:1. Die Ankopplung an den (*R* - *Y*)-Demodulator erfolgt über einen 47-pF-Kondensator und die Drossel *L 341*. Sie dient zur Dämpfung von Schwingungen, die durch die Impulsflanken der Multivibratorspannung angeregt werden.

Der Synchrondemodulator für das geschaltete (*R* - *Y*)-Signal ist wie der (*B* - *Y*)-Demodulator aufgebaut. In seinem Eingang liegt die Gegentaktspule *L 373*. Da entsprechend der Phasenlage des PAL-Multivibrators jeweils eine der Dioden *D 370*, *D 371* leitet, wird abwechselnd der eine oder der andere Teil der Spule über die leitende Diode und den 1-nF-Kondensator mit Masse verbunden. Für eine gute Kompensation der Halbzeilenmodulation im demodulierten (*R* - *Y*)-Signal ist vor allem eine weitgehende Symmetrie des Spulenfilters und der Schaltdioden unerläßlich. Wegen des niedrigen differentiellen Durchlaßwiderstandes werden hier Siliziumdioden eingesetzt. Die Farbträgeramplitude am 220-pF-Kreiskondensator beträgt etwa 4,5 V_{ss}.

Das neuartige Prinzip, das beim Oszillator und der Nachsteuerstufe angewandt wird, sei an Hand der Ersatzschaltungen im Bild 3 erläutert. Der Eingangswiderstand Z_{11} der Anschwingschaltung des Oszillators ergibt sich angenähert zu

$$Z_{11} \approx -R\,(Y_{21}) - jX_c\,(Y_{21}).$$

Die Vorwärtssteilheit Y_{21} ist eine Funktion des Kollektorstroms, und dieser hängt vom Basisstrom ab. Z_{11} ist daher stromabhängig. Bild 3a veranschaulicht den Zusammenhang.

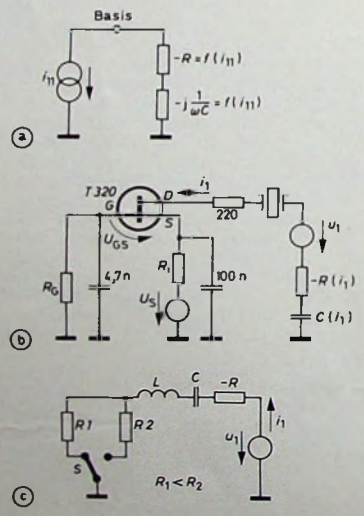


Bild 3. a) Eingangswiderstand der Anschwingschaltung des Oszillators, b) Prinzipschaltung der Resistanzstufe mit Ersatzschaltung des Oszillators, c) Ersatzschaltung des Oszillators mit Ersatzschaltung der Resistanzstufe

Im eingeschwungenen Zustand führt der Emitter von *T 330* im Bild 2 eine konstante Schwingspannung, die über einen 560-pF-Kondensator auf die Basis gekoppelt wird. Diese Spannung ist im Bild 3b mit u_1 bezeichnet und stellt die Betriebsspannung für die vereinfacht wiedergegebene Nachsteuerstufe dar. Ersetzt man den FET durch einen ohmschen Widerstand von beispielsweise 1,5 kOhm, so ergibt sich der Strom i_1. Der negative Realteil des Innenwiderstandes wird durch die Abhängigkeit vom Strom so groß, daß die Bedingung der ungedämpften Schwingungen erhalten bleibt. Entsprechend stellt sich die stromaktive Kapazität ein und bestimmt mit der Ersatzinduktivität des Quarzes die Frequenz. Der FET wird hier mit Hilfe der Gate-Source-Spannung U_{GS} als veränderbarer Widerstand in neuartiger Weise betrieben.

Zur Erklärung dieser Arbeitsweise sei im Bild 3c die Schwingspannung zu Null angenommen. Die Drain-Elektrode führt dann eine Spannung, die niedriger als die Sourcespannung ist, die durch einen veränderbaren Spannungsteiler eingestellt wird. Der Kanalwiderstand ist in diesem Fall klein. Wird nun die Schwingspannung am Drain wirksam, so stellt sie bei Spannungen, die höher als die Sourcespannung sind, eine Betriebsspannung für den FET dar. Für diese Augenblickswerte während der Schwingungsperiode schaltet sich ein verhältnismäßig großer Kanalwiderstand *R 2* als strombestimmend ein. Bei Spannungswerten, die niedriger als die Sourcespannung sind, wird dagegen der kleine Widerstand *R 1* wirksam. Die Umschaltung ist durch den Schalter *S* angedeutet. Entsprechend der Funktion der Stufe, wird sie mit „Resistanzstufe" bezeichnet. Über die Zeit gemittelt, stellt sich ein konstanter Wirkwiderstand ein, dessen Wert durch die Steuerspannung am Gate eingestellt wird.

Die gesamte AFPC-Schaltung ist durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet: Frequenzsteilheit 1 kHz/V, Haltebereich ±1,5 kHz, Fangbereich ±600 Hz (symmetrisch). Die Schaltung ist automatisch nahezu temperaturstabilisiert.

4. PAL-Identifikation

Den zweiten auf der Chromaplatte untergebrachten Teil der Schaltung zeigt Bild 4. Die Farbsignalregelspannung wird durch Spitzenwertgleichrichtung mit *D 307* gewonnen. Vom Abgriff eines einstellbaren Widerstandsteilers (390 kOhm, *R 313*, 330 kOhm), dem über einen 1-nF-Kondensator die mäanderförmige Identifikationsspannung zugeführt wird, gelangt diese Summenspannung zur Basis des Transistors *T 345*, an dessen Emitter sie mit kleinem Innenwiderstand zur Verfügung steht. Die Auskopplung der Regelspannung U_{ACC} erfolgt über einen Tiefpaß 2,2 kOhm, 10 µF zur Aussiebung der 7,8-kHz-Komponente.

Die Schaltung zur PAL-Identifikation wird an Hand von Bild 5 erläutert. Am Kollektor von *T 345* entsteht die verstärkte 7,8-kHz-Spannung, zu der ein Teil der Multivibratorspannung des Transistors *T 365* addiert ist. Am Ausgang dieser Summierschaltung (Bild 5a zeigt das Prinzip) tritt eine Spannung auf, die sich durch folgende Gleichung ergibt (für $U_0 = 0$):

$$U_{PF} = -U_1 \cdot \frac{(R_x + R_3)\,(R_1 + R_2)}{R_1 \cdot R_2}$$

$$U_{PF} = -U_1 \cdot F.$$

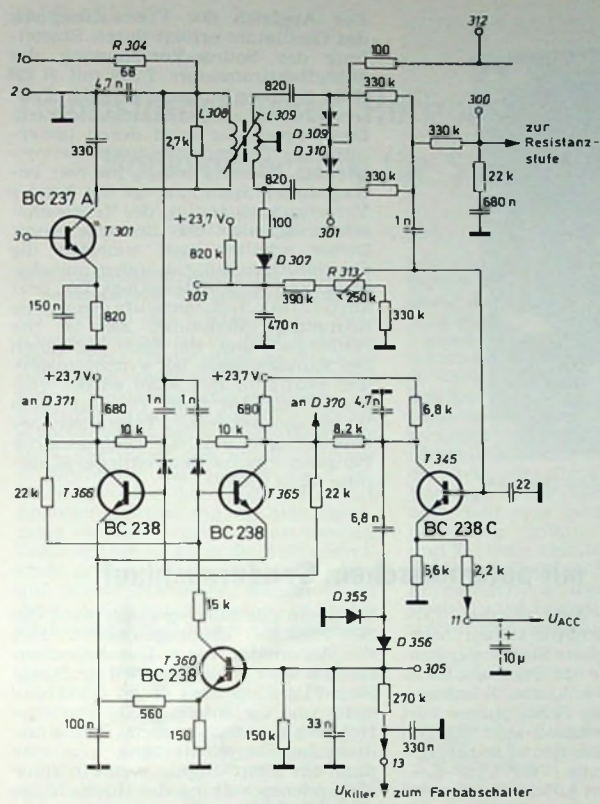


Bild 4. Burstverstärker, Phasenvergleichs- und PAL-Identifikationsschaltung

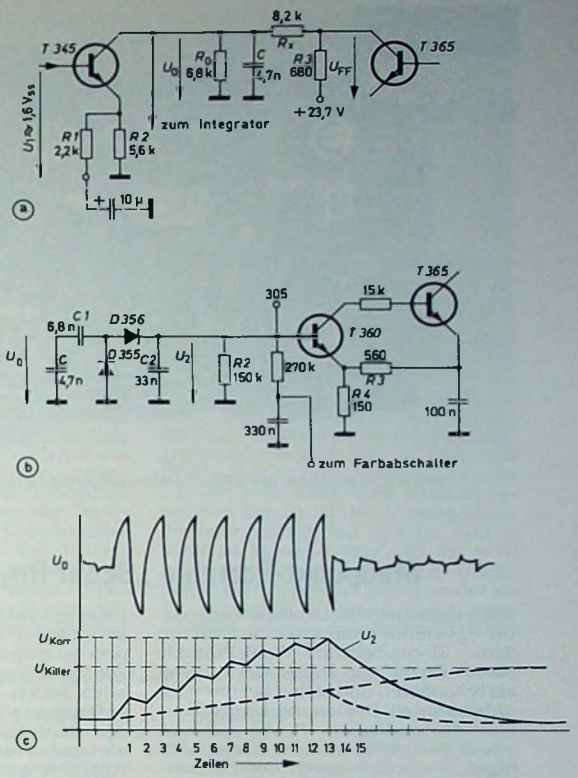


Bild 5 a) Prinzip der Summierschaltung, b) Integrator- und Korrekturschaltung, c) Verlauf der Spannungen in der Integrator- und Korrekturschaltung

Entsprechend dieser Forderung, sind die Widerstände dimensioniert. Damit die unterschiedlichen Anstiegszeiten der beiden Signale keinen Einfluß auf die Summenspannung haben, ist der 4,7-nF-Kondensator C parallel geschaltet. Da der Multivibrator gegenüber der Identifikationsspannung nur zwei unterschiedliche Zustände annehmen kann, ergeben sich für U_0 ebenfalls nur zwei Werte, die durch folgende Gleichung gegeben sind:

$$U_0 \approx 0 \approx U_{FF} \cdot \frac{2 \cdot R_0}{R_0 + R_x + R_3}.$$

Für den Fall, daß U_0 nicht ungefähr Null ist, muß der Multivibrator korrigiert werden. Die Schaltung enthält daher den Transistor *T 360*, der den Transistor *T 365* vom leitenden in den gesperrten Zustand schalten kann. Um die Umschaltung rausch- und störunanfällig zu machen, erfolgt sie verzögert. Dafür sorgt die Integratorschaltung mit *D 355* und *D 356* (Bild 5b). Die entsprechenden Spannungsverläufe sind schematisch im Bild 5c dargestellt.

Die Ladung des Kondensators *C* wird stufenweise über *C 1* und die Diode *D 356* auf den Kondensator *C 2* übertragen. Durch *D 355* erfolgt eine Klemmung, die den Wirkungsgrad des Integrators erhöht. Die Spannung U_2 (am Kondensator *C 2*) steigt abhängig vom Teilerverhältnis $C_2/(C_2+C_1)$ und der Entladezeitkonstante $C_2 \cdot R_2$ mit der Zeit an. Die Spannung am Emitter von *T 360* ist konstant und beträgt etwa 2,5 V. Erreicht U_2 nach etwa 10 ... 20 Zeilen den erforderlichen Wert von 2,5 V + U_{BE}, so beginnt der Transistor *T 360* zu leiten, und das Basispotential des Multivibratortransistors *T 365* wird niedriger als sein Emitterpotential von etwa 12 V. Dadurch wird *T 365* gesperrt, und nach einer Zeile ist die Schaltphase des PAL-Schalters korrigiert. Die Integratorspannung am Kondensator *C 2* entlädt sich über den parallel geschalteten 150-kOhm-Widerstand. Der hier beschriebene Vorgang kann durch verschiedene Ursachen hervorgerufen werden. Ändert sich die Burstphasenlage einmalig, zum Beispiel durch eine Übertragungsmaßnahme des Senders, so erfolgt nach der erwähnten Verzögerungszeit die Korrektur. Wenn infolge eines Fehlers beispielsweise der Farbträgerregenerator nicht synchronisiert, dann erfolgt die Korrektur im Takt der Differenzfrequenz.

Die Integratorspannung wird mit dem Tiefpaß 270 kOhm, 0,33 µF geglättet und der Basis des Farbabschalttransistors zugeführt. Die Farbabschaltstufe, die nach dem Prinzip eines Schmitt-Triggers arbeitet, ist aber nicht auf der Chromaplatte untergebracht.

Im Falle eines stark verrauschten Empfangssignals enthält das Identifikationssignal eine Rauschmodulation, welche die Integratorspannung so groß werden läßt, daß der Killerschaltpegel von etwa 2,2 V erreicht wird. Ein unzulässiges Wiedereinschalten der Farbe wird durch ein Hystereseverhalten der Stufe vermieden. Für Schwarz-Weiß-Empfang gilt der gleiche Fall.

5. Abgleich

Die Chromaplatte (Bild 6) wird im Rahmen einer Funktionsprüfung endabgeglichen. Der für die Gesamtfunktion dieses Moduls verantwortliche Teil ist der Farbträgerregenerator, und zwar besonders seine Synchronisation auf die Burstfrequenz. Das hier angewandte Verfahren ergibt für einen symmetrischen Fangbereich optimale Verhältnisse.

Zunächst wird die Farbträgerspannung bei abgeschaltetem Burstverstärker am Meßpunkt *312* mit *L 338* auf Maximum und mit *L 374* auf Minimum abgeglichen (Bild 2). Damit erreicht man die Einstellung der erforderlichen 90°-Phasendrehung für die (*R* - *Y*)-Referenzspannung. Nun erfolgt der Vorabgleich der Farbsignalregelung durch einen Maximumabgleich der Burstspannung mit *L 308* am Meßpunkt *303* (Bild 4). Der Endabgleich des Widerstandes *R 313* zur Einstellung des nominalen Farbsignals von 1 V_{ss} und die Korrektur der Gesamtphasenlage werden im betriebsfertigen Gerät durchgeführt. Die PAL-Identifikationsschaltung enthält in dieser Konzeption keine Abgleichstelle.

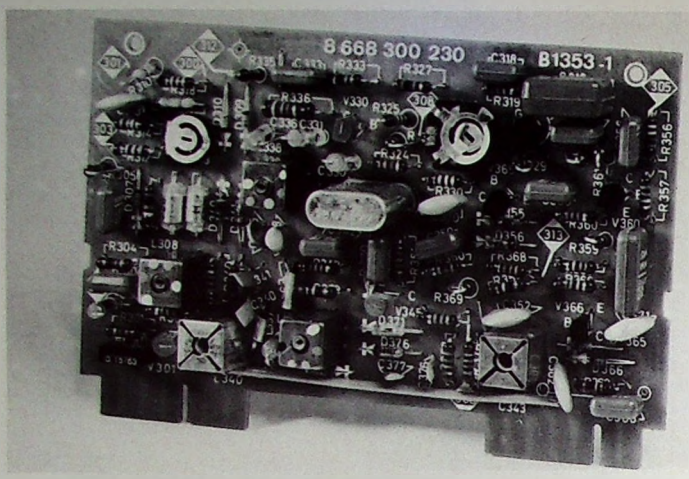
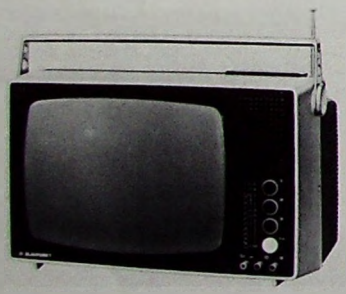


Bild 6. Chromaplatte der neuen Farbfernsehgeräte-Generation von *Blaupunkt*

Der Abgleich der Freilauffrequenz des Oszillators erfolgt durch Einstellung der Source-Vorspannung des Feldeffekttransistors *T 320* mit *R 326* (Bild 2) unter Einbeziehung der Fehlerspannung des Phasenvergleichs. Diese Spannung wird durch unvermeidbare Toleranzstreuungen hervorgerufen. Verantwortlich für den Betrag dieser Spannung ist die höhere Versorgungsspannung der Vergleichsschaltung, also die Burstspannung. Daher schaltet man zunächst die Oszillatorspannung ab, indem man den Meßpunkt *312* an Masse legt. Die jetzt am Gate der Resistanzstufe gemessene Spannung (Meßpunkt *300*) ist die Fehlerspannung, die nach Entfernen des Kurzschlusses bei synchronisiertem Oszillator mit *R 326* wieder eingestellt werden muß. Die auf diese Weise kompensierten Toleranzen beeinträchtigen nun die symmetrische Fangbereichscharakteristik der Schaltung nicht mehr.

Blaupunkt-Portable „Scout Royal" mit automatischem Sendersuchlauf

Eine technische Delikatesse besonderer Art stellte *Blaupunkt* kürzlich mit dem 31-cm-Schwarz-Weiß-Portable „Scout Royal" vor. Dieses Gerät bietet als besonderen und bisher bei uns noch unbekannten Bedienungskomfort einen automatischen Sendersuchlauf, wie er beispielsweise von einigen wenigen Autoempfängern der Spitzenklasse her bekannt ist. Für ein transportables Fernsehgerät (38,5 cm × 26 cm × 29,5 cm, Gewicht 8,5 kg; Betrieb am 220-V-Netz oder an der 12-V-Autobatterie, Leistungsaufnahme bei Batteriebetrieb nur 17 W) ist dieser Sendersuchlauf besonders wichtig, denn er enthebt den Benutzer der Notwendigkeit, unterwegs alle Empfangsmöglichkeiten mühselig und zeitraubend ausprobieren zu müssen. Auf Knopfdruck durchfährt die Automatik in weniger als sieben Sekunden die Fernsehbereiche I, III und IV/V und stellt den jeweils nächsten empfangswürdigen Sender ein. Dabei spricht die Automatik nur auf Fernsehsignale an; alle anderen Signale bleiben unbeachtet. Über einen eingebauten Nah-Fern-Schalter läßt sich die Ansprechschwelle der Suchlauf-Automatik umschalten. Die sonst übliche Skala ist hier durch einen „elektronischen Skalenzeiger" in der Gestalt von 16 Leuchtpunkten ersetzt worden. Zusätzlich zur Automatik stehen noch drei beliebig belegbare Stationsstasten zur Verfügung. Die abstimmbare, nach allen Seiten schwenkbare Teleskopantenne sowie eine Schaltbuchse für den Ohrhörer-Anschluß sind ebenso vorhanden wie die heute selbstverständlich gewordene VHF/UHF-Koaxialbuchse für den Anschluß externer Antennen.



Schwarz-Weiß-Portable „Scout Royal" mit automatischem Sendersuchlauf

Der elektronische Sendersuchlauf arbeitet in großen Zügen etwa wie folgt: Durch Drücken der Start-Taste wird der Suchlauf eingeleitet. Dabei schaltet der Start/Stop-Flip-Flop auf „Start", und die Spannung des Sägezahngenerators als Abstimmspannung des Tuners kann weiter ansteigen. Während des Suchvorgangs wird die NF-Vorstufe stummgeschaltet. Hat die Automatik beim Durchstimmen einen Sender gefunden, wird der Start/Stop-Flip-Flop über einen Diskriminator und die automatische Starteinrichtung auf „Stop" gesetzt. Die automatische Starteinrichtung gibt nur dann ein „Stop"-Signal, wenn in einer Koinzidenzschaltung die Rückschlag- und die Zeilensynchronimpulse zeitlich zusammentreffen und die Regelspannung der ersten Bild-ZF-Stufe genügend hoch ist. Die Sägezahnspannung schaltet beim Rücklauf über einen Zähler den Fernsehbereich automatisch um; bei jedem Rücklaufimpuls wird der nächste Bereich eingeschaltet. *–th*

Neues Bild-Ton-System: Sound on Slide

Einen neuen Weg für die perfekte Bild-Ton-Präsentation führte die *3M Deutschland GmbH* auf der Hannover-Messe 1973 vor. Das „Sound on Slide"-System faßt in einem vergrößerten Ton-Dia-Rahmen ein Dia (24 mm × 36 mm) und eine Magnet-Tonplatte (maximal 30 s Aufnahmezeit) zu einer Einheit zusammen. Dadurch ist vom Prinzip her die absolute Übereinstimmung von Bild und Ton für jedes Dia gewährleistet. Bei der Ton-Aufnahme läßt sich der Dia-Wechsel so programmieren, daß das Dia am Ende der zugehörigen Tonaufzeichnung weitergeschaltet wird. Die Einheiten lassen sich wie übliche Dias in beliebiger Reihenfolge in ein Magazin einsetzen und auch umordnen, ohne daß irgendwelche Zuordnungsprobleme von Bild und Ton auftreten können. Ebenso bereitet die Neuvertonung beliebiger Bild-Ton-Einheiten keinerlei Schwierigkeiten.

Der „Sound on Slide Recorder" ist gleichzeitig Aufnahmegerät für den Ton und Wiedergabegerät (mit eingebautem Lautsprecher) für Bild und Ton. Bei der Wiedergabe läßt sich der Ton über den Pausenhebel an jeder Stelle unterbrechen. Es ist aber auch möglich, den Begleitton beliebig oft ohne Dia-Wechsel zu wiederholen. Der Projektorteil hat eine automatische Fokussierung, die nach einmaliger Scharfeinstellung alle im Verlauf der Projektion auftretenden Unschärfen ausgleicht. Die Weiterschaltung der Dias erfolgt über einen Schalter (Automatic, Manual, Off, Record). Eine gute Lösung ist das als Bestandteil des Projektors ausgeführte, aber herausnehmbare Fernbedienungs-Set, so daß der Vortragende nicht an einen festen Platz gebunden ist.

Für das Gruppentraining oder das Selbststudium bietet *3M* das Nur-Wiedergabegerät „Sound on Slide Playback" an. Es hat für den AV-Bereich besondere Bedeutung, weil der Lernende das Lerntempo selbst bestimmen und auch Bild und Ton beliebig oft wiederholen kann. Als Zubehör stehen unter anderem Magazine für 36 und Rundmagazine für 40 Ton-Dia-Rahmen sowie ein aufsteckbarer Bildschirm (Durchprojektion) zur Verfügung.

O. DAUTE

Transistorbestückte Horizontalablenkschaltungen und Netzteile in Hochvolttechnik für Schwarz-Weiß-Heimfernsehempfänger

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 28 (1973) Nr. 12, S. 422

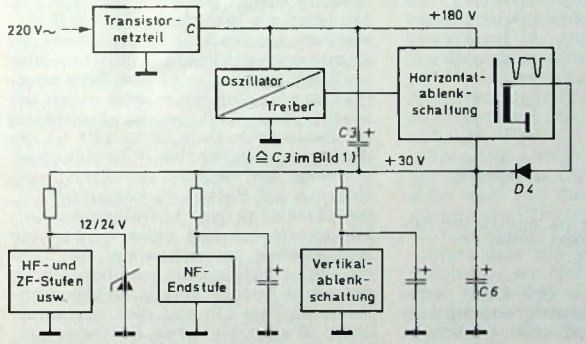
3. Horizontalablenkschaltung mit kontrollierter Zwischenspannung

Das Prinzip der kontrollierten Zwischenspannung ist im Bild 8 dargestellt. Darin ist die obere Spannungszuführung, wie angestrebt, an die hohe Betriebsspannung angeschlossen. Allerdings wurde diese von 200 V auf den noch vertretbar scheinenden Wert von 180 V verringert. Da die Horizontal-Endstufe nur mit maximal 150 V betrieben werden darf, muß die untere Spannungszuführung an eine Spannung von 30 V angeschlossen werden. Diese Spannung kann die Zeilen-Endstufe gewissermaßen selbst mit einer auf Masse bezogenen Wicklung auf dem Zeilentransformator und den Bauelementen *D 4* und *C 6* erzeugen, wobei zwischen der 30-V-Spannung und der Spannung an der Zeilen-Endstufe beziehungsweise der 180-V-Betriebsspannung ein festes Verhältnis besteht. Die zwischengeschaltete 30-V-Spannung wird also kontrolliert, woraus sich die Bezeichnung dieser Schaltung ableitet.

Die einzige dabei zu erfüllende Bedingung ist, daß der Laststrom der kontrollierten Zwischenspannung höher ist, als es der Stromaufnahme der Zeilen-Endstufe entspricht. Das ist bei dem hier gewählten relativ großen Verhältnis von kontrollierter Zwischenspannung zu Betriebsspannung bereits bei der sich anbietenden Belastung durch die Vertikalablenkschaltung der Fall. Ferner kann (bei nicht zu kleiner Zeitkonstante des zwischengeschalteten *RC*-Gliedes) eine Eintakt-A-NF-Endstufe angeschlossen werden. Der Anschluß einer Gegentakt-B-Endstufe ist ebenfalls möglich, wenn von der Einflußkompensation über das Netzteil Gebrauch gemacht wird. Auch die 12-V- oder die 24-V-Spannung zur Versorgung der HF- und ZF-Stufen usw. läßt sich leicht aus der 30-V-Spannung mittels Vorwiderstandes und Z-Diode ableiten, so daß (bis auf die Video-Endstufe) das ganze übrige Fernsehgerät an dieser Spannung betrieben wird. Lediglich der Horizontaltreiber und -oszillator sind wegen der Anschwingbedingung an die 180-V-Spannung anzuschließen. Bei Verwendung der Starthilfe im Netzteil können aber auch diese Stufen mit einbezogen werden. Zur überschläglichen Berechnung der resultierenden Stromaufnahme der Zeilen-Endstufe bei Belastung der kontrollierten Zwischenspannung sind im Bild 9 entsprechende Gleichungen angegeben.

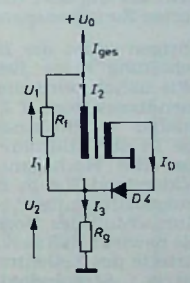
Wichtigste Frage zum Prinzip der kontrollierten Zwischenspannung ist die nach der Betriebssicherheit. Ein Kurzschluß der 180-V-Spannung ist wegen der ohnehin im Netzteil erforderlichen Strombegrenzung ungefährlich. Bei einem Kurzschluß der 30-V-Spannung spricht, weil damit über die Diode *D 4* auch eine Überlastung der Zeilen-Endstufe verbunden ist, die Strombegrenzung ebenfalls an, so daß eine Überspannung der Zeilen-Endstufe statisch verhindert wird. Zum dynamischen Schutz ist der Ausgangskondensator im Netzteil (*C 3* im Bild 1) nicht an Masse, sondern an die kontrollierte Zwischenspannung gelegt. Selbst ein Kurzschluß zwischen der 30-V- und der 180-V-Spannung ist ungefährlich, solange der Shuntstrom des Netzteils in diesem Betriebszustand nicht höher ist als der Strombedarf der an die 30-V-Spannung angeschlossenen Schaltungsteile.

Bild 10 zeigt eine nach dem Prinzip der kontrollierten Zwischenspannung aufgebaute Horizontalablenkschaltung für ein Schwarz-Weiß-Gerät. Man er-



◄ Bild 8. Prinzip der kontrollierten Zwischenspannung

Bild 9. Gleichungen zur überschläglichen Berechnung der resultierenden Stromaufnahme der Zeilen-Endstufe bei Belastung der kontrollierten Zwischenspannung (U_0 Betriebsspannung, U_1 Spannung an der Zeilen-Endstufe, U_2 kontrollierte Zwischenspannung, I_1 maximaler Eigenstromverbrauch der Zeile, I_2 durch die kontrollierte Zwischenspannung bedingte zusätzliche Stromaufnahme, I_D Gleichanteil des Diodenstroms, I_{ges} resultierende Stromaufnahme) ►



$$I_D = I_3 - I_{ges}$$

$$I_2 = \frac{I_3 - I_1}{\frac{U_1}{U_2} + 1}$$

$$I_{ges} = \frac{I_1 \cdot \frac{U_1}{U_2} + I_3}{\frac{U_1}{U_2} + 1}$$

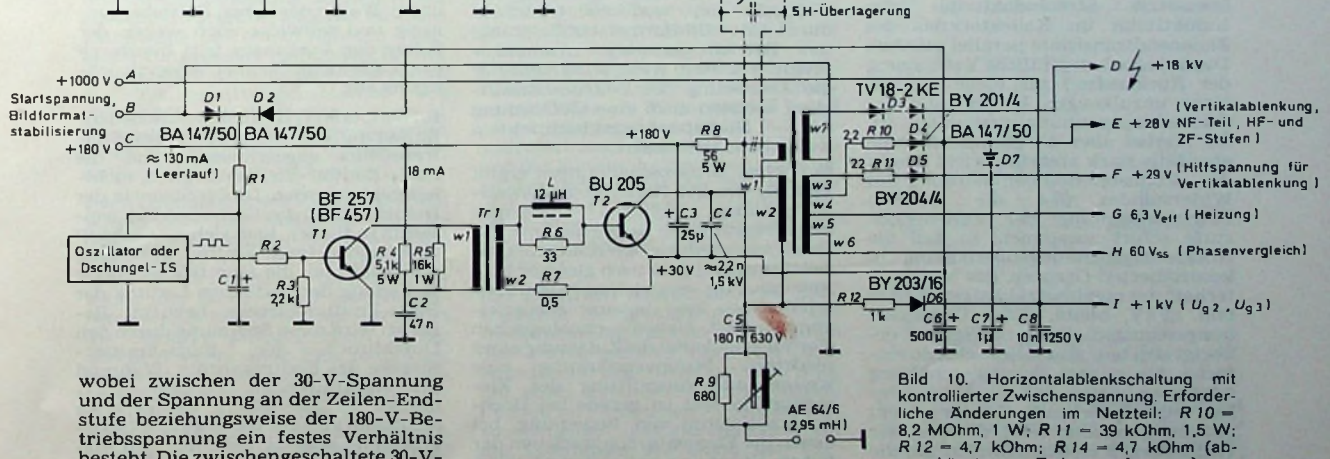


Bild 10. Horizontalablenkschaltung mit kontrollierter Zwischenspannung. Erforderliche Änderungen im Netzteil: *R 10* = 8,2 MOhm, 1 W; *R 11* = 39 kOhm, 1,5 W; *R 12* = 4,7 kOhm; *R 14* = 4,7 kOhm (abhängig vom Zeilentransformator)

kennt, daß die Übersichtlichkeit der Schaltung im Vergleich zur üblichen Technik nicht gelitten hat. Zwischen die eigentliche kontrollierte Zwischenspannung (Ausgang *E*) und eine zur vertikalen Amplitudendefinition benutzte Hilfsspannung (Ausgang *F*) kann im Bedarfsfall die Diode *D 7* geschaltet werden. Bei Kurzschluß zwischen der 30-V- und der 180-V-Spannung, das heißt bei fehlender Hilfsspannung, wird *D 7* leitend und verhindert, daß die Stromaufnahme der Vertikalablenkschaltung bis auf einen Bruchteil des Nennwertes zurückgeht, was ein unzulässiges Ansteigen der kontrollierten Zwischenspannung zur Folge haben könnte. Ohne zusätzlichen Aufwand können aber auch eisenlose Vertikalablenkschaltungen so modifiziert werden, daß (bei B-Betrieb für Nennauslenkung) die Stromaufnahme bei reduzierter oder fehlender Auslenkung praktisch konstant bleibt. Hierbei können die Diode *D 7* und die eine Wicklung *w 3* eingespart werden. Die Hilfsspannung zur Amplitudendefinition der Vertikalablenkung ist notwendig, weil die kontrollierte Zwischenspannung hauptsächlich wegen des Schutzwiderstandes *R 10* doch etwas, und zwar im gegenläufigen Sinn vom Strahlstrom abhängt. Die Bauelemente *D 5*, *R 11* und eventuell *C 7* stellen also den einzigen Mehraufwand zur Realisierung des Prinzips der kontrollierten Zwischenspannung dar.

Im übrigen weist die Horizontalablenkschaltung keine Besonderheiten auf. Wie üblich, wird zum Schutz des Zeilenendtransistors *T 2* hinsichtlich eventueller Hochspannungsüberschläge in der Bildröhre oder Kurzschlüsse des Hochspannungswickels ein Widerstand *R 8* in die Betriebsspannungszuführung eingeschaltet. Ein Kurzschluß des Hochspannungswickels bewirkt, daß sich seine auf die Primärseite des Zeilentransformators übersetzte Streuinduktivität der Induktivität im Kollektorkreis des Zeilenendtransistors parallel schaltet. Das hat eine beträchtliche Verkürzung der Rücklaufzeit zur Folge, die mit einer unzulässigen Überhöhung der Rückschlagspannung verbunden ist. Da hierbei aber die Stromaufnahme ebenfalls stark ansteigt, bricht wegen der strombegrenzenden Wirkung des Widerstandes *R 8* die (innere) Betriebsspannung der Zeilen-Endstufe sofort zusammen, so daß die Rückschlagspannungsüberhöhung in kontrollierten Grenzen, das heißt unterhalb des maximal zulässigen Wertes von 1,5 kV, bleibt. (Eine Überspannungsschutzschaltung im Netzteil erübrigt sich hier also.) Diese ebenso einfache wie sichere Schutzbeschaltung setzt aber voraus, daß die Ablenkeinheit dem Zeilenendtransistor direkt parallel geschaltet wird, da dann der Widerstand *R 8* keinen Einfluß auf die Geometrie des Ablenkstromverlaufs hat.

Der beschriebene Schutz des Zeilenendtransistors bezieht sich zum Beispiel auf vereinzelte Hochspannungsüberschläge in der Bildröhre. Bei einem länger anhaltenden Kurzschluß, bei dem die stoßförmige Überhöhung der Stromaufnahme der Zeilen-Endstufe nicht mehr vom Kondensator

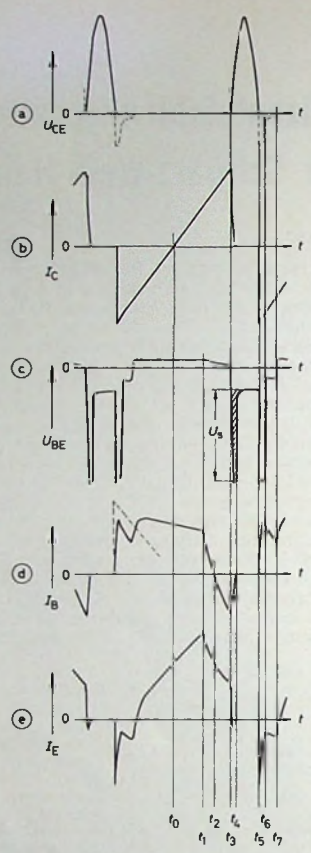


Bild 11. Oszillogramme zur Ansteuerung des Zeilenendtransistors im Bild 10

C 3 aufgefangen werden kann, setzt außerdem die Strombegrenzung des Netzteils ein, wodurch (verstärkt durch die Bildformatstabilisierung) die Betriebsspannung zusammenbricht. Auf diese Weise wird nicht nur die Zerstörung des Zeilenendtransistors, sondern auch eine Gefährdung des Hochspannungsgleichrichters weitgehend verhindert.

Bei hohen Betriebsspannungen ergibt sich bei der bei Hochvolt-Zeilenendtransistoren üblichen niedrigen Stromverstärkung wegen des entsprechend stark reduzierten Kollektorspitzenstroms und praktisch gleicher U_{BE}-Spannung im Vergleich zu Niedervoltschaltungen kein höherer Steuerleistungsbedarf. Neben technologischen Vorteilen bedeutet die Zulassung einer niedrigen Stromverstärkung eine weitgehende Ausnutzung der Elementgröße. Das ist gerade bei Hochvolttransistoren von Bedeutung, bei denen die Elementgröße stark von der hohen Spannung mitbestimmt wird. Von Vorteil ist ferner, daß bei dem zu liefernden Basisstrom auf eine separate Stromrückgewinnungsdiode verzichtet werden kann. Die Funktion dieser Diode übernimmt die Kollektor-Basis-Strecke des Endtransistors. Im Zusammenwirken mit der für Transistorhochvoltschaltungen charakteristischen Drossel *L* in der Basiszuleitung ergibt sich auch bei dem hohen Basisstrom bei voller Sättigung, das heißt bei niedrigsten Restspannungen, ein schnelles Abschalten des Endtransistors (typisch $t_F = 0{,}7\ \mu s$).

Die Wirkungsweise der Endstufe wird als bekannt vorausgesetzt. Die im Vergleich dazu kompliziertere Ansteuerung des Endtransistors soll hier jedoch ausführlicher beschrieben werden. Bild 11 zeigt die in einzelne Zeitabschnitte unterteilten Basisstrom- und -spannungsverläufe sowie zur zeitlichen Zuordnung den Kollektorspannungs- und -stromverlauf des Endtransistors *T 2*. Da der Einfluß des auf 3 H beziehungsweise 3+5 H abgestimmten Hochspannungswickels die Erkennung der einzelnen Vorgänge wesentlich erschweren würde, wurden die Oszillogramme in einer Ersatzschaltung ohne Hochspannungswickel aufgenommen. Im Zeitpunkt t_0 passiert der Kollektorstrom bei vollem Basisstrom die 0-Linie (Bild 11b). Im Zeitpunkt t_1 schaltet der Treibertransistor *T 1* durch, und an der Sekundärwicklung *w 2* des Treibertransformators *Tr 1* entsteht eine negative Spannung von etwa 2 V. Die Drossel *L* in der Basiszuführung von *T 2* verhindert dabei, daß der Endtransistor aus dem übersättigtem Zustand heraus abgeschaltet wird. Vielmehr sinkt, wie Bild 11d zeigt, der mehrfach überhöhte Basisstrom langsam ab und passiert bei immer noch gesättigtem Endtransistor im Zeitpunkt t_2 die 0-Linie. Erst nachdem der Basisstrom wieder einen beträchtlichen Teil seines Endwertes (= Basisstrom zum Zeitpunkt t_1), jedoch mit umgekehrter Polarität angenommen hat, beginnt der Endtransistor aus der Sättigung herauszukommen. Das ist an dem Ansteigen der Kollektorrestspannung etwa 1 ... 2 µs vor Hinlaufende zu erkennen (der gestrichelte, im Spannungsmaßstab stark gedehnte Verlauf der Kollektorspannung im Bild 11a soll dies verdeutlichen). Wegen der hohen Betriebsspannung und teilweise auch wegen der Kürze des Vorganges tritt hierdurch praktisch keine Geometriebeeinträchtigung auf.

Im Zeitpunkt t_3 ist im wesentlichen die Entladung des Basisraums des Endtransistors abgeschlossen, und die Basis-Emitter-Strecke beginnt nichtleitend zu werden. Da der Strom in der Induktivität *L* das Bestreben hat, weiterhin zu fließen, baut sich sehr schnell eine negative Basis-Emitter-Spannung auf (Bild 11c), die eine beschleunigte Entladung der restlichen Ladung der Basis-Emitter-Strecke bewirkt. Begrenzt wird diese Spannung durch den Durchbruch der Basis-Emitter-Strecke des Endtransistors. Während der nachfolgenden Periode $t_3 \ldots t_4$ nimmt der Basisstrom wieder etwa zeitlinear ab, und die negative Basisausräumspannung geht auf den von der Treiberstufe definierten Wert zurück. Wie man sieht, ermöglicht die Drossel *L* in der Basiszuleitung auf einfache Weise einen hohen Ausräumstrom beziehungsweise eine maximale Ausräumspannung. Der eigentliche Vorteil der Basisdrossel besteht aber darin, daß der (innere) Basisstrom „langsam" zurückgenommen wird und so die Ladung des Kollektor-Basis-Raums Zeit hat, sich abzubauen.

Das ist besonders wichtig, da im Gegensatz zur Entladung des Basisraums die Erzwingung einer kurzen Ausräumzeit durch eine „harte" Ansteuerung nicht möglich ist. Daher würde das Fehlen einer solchen Drossel eine Verdopplung der Abschaltzeit bewirken.

Ausschlaggebend für das Freiwerden des Kollektor-Basis-Raums ist weniger die Zeit $t_1 \ldots t_3$, sondern vielmehr die Geschwindigkeit, mit der sich der Basisstrom während dieser Zeit ändert. Daraus folgt, daß ein zu großer Basisstrom-Endwert ebenso von Nachteil sein kann wie ein zu niedriger Basisstrom (gleichbedeutend mit einer zu kleinen in der Basisdrossel während der Zeit $t_2 \ldots t_3$ gespeicherten „Ausräumenergie"). Optimal für die Zeit $t_1 \ldots t_3$ ist ein Wert von 10 bis 12 µs, nach dem die Dimensionierung der Basisdrossel erfolgen muß. Im Mittel dürfte sich dabei die kleinste Verlustleistung des Zeilenendtransistors ergeben.

Bei Berücksichtigung aller in diesem Zusammenhang interessierenden Toleranzen des Zeilenendtransistors wie spezifisches Schaltverhalten, U_{BE}-Flußspannung, U_{EB}-Sperrspannung, Stromverstärkung sowie Einfluß der Sperrschichttemperatur auf das Schaltverhalten kann für Grenzmustertransistoren der so gefundene Induktivitätswert der Basisdrossel jedoch etwas zu klein sein. Abhilfe kann durch Einschalten eines Widerstandes (*R 7* im Bild 10) und entsprechende Erhöhung der Treiberspannung geschaffen werden. Für das gleiche Zeitintervall $t_1 \ldots t_3$ ergeben sich hierbei eine größere Induktivität der Basisdrossel sowie eine vergrößerte Dauer $t_3 \ldots t_4$ der Ausräumspannung nach Bild 11c. Unterstützend kommt hinzu, daß die Spannung U_s im Bild 11c wegen der vom Treibertransformator abgegebenen höheren Spannung niedriger wird, so daß sich bei gegebener Fläche unter dieser Spannung die Zeit $t_3 \ldots t_4$ zusätzlich vergrößert. Leider ist diese Maßnahme mit einem höheren Treiberleistungsbedarf verbunden. Bei der angegebenen Dimensionierung bleibt die Treiberleistungsaufnahme mit etwa 3,2 W jedoch durchaus noch in Grenzen bei gleichzeitiger Garantie einer Mindestdauer $t_3 \ldots t_4$ der Ausräumspannung von $>1{,}5$ µs.

Nach Beendigung des Rücklaufs fließt wieder der volle Kollektorstrom, jedoch in umgekehrter Richtung (Bild 11b). Hierbei wird der Zeilenendtransistor invers betrieben, das heißt, Kollektor und Emitter sind gewissermaßen vertauscht. Dementsprechend ist die Stromverstärkung recht gering und liegt weiter unter Eins, so daß der während der ersten Hinlaufhälfte zurückfließende Kollektorstrom hauptsächlich über die Kollektor-Basis-Strecke abfließt. Im ersten Augenblick allerdings verhindert die Basisdrossel die Ausbildung eines Basisstroms. Daher bleibt für den zurückfließenden Kollektorstrom nur der Weg über die geöffnete Kollektor-Basis-Diode und im Durchbruch über die Basis-Emitter-Diode des Zeilenendtransistors übrig. Als Folge davon entsteht sowohl an der Basis als auch am Kollektor eine negative Spannung, wie die Bilder 11a (gestrichelt) und 11c zeigen. Erst allmählich (in der Zeit $t_5 \ldots t_6$) bildet sich der Basisstrom bei gleichzeitiger Abnahme der Emitterstromspitze (Bild 11e) voll aus, und der inverse Betrieb des Transistors wird eingeleitet. Im Zeitpunkt t_7 wird der Endtransistor von der Treiberstufe erneut leitend gesteuert. Die Verrundung des Basisstromanstiegs nach diesem Zeitpunkt ist auf die Wirkung der Basisdrossel zurückzuführen. Die negative Kollektorspannung in der Zeit $t_5 \ldots t_6$ hat wegen der hohen Betriebsspannung – zum Teil fällt dieser Abschnitt auch wieder in den nicht sichtbaren Bereich des Bildes – keinen störenden Einfluß auf die Geometrie. Die Kollektorspannung in der Zeit $t_6 \ldots t_7$ wird (bei durchgeschalteter Kollektor-Basis-Diode) von der vom Treibertransformator abgegebenen Spannung bestimmt.

Die erste Frage bei der Dimensionierung der Treiberschaltung ist die nach der zu wählenden Polung der Sekundärwicklung von *Tr 1*. Der zu Hinlaufbeginn über die Kollektor-Basis-Diode des Zeilenendtransistors zurückfließende Strom erfordert in diesem Zeitabschnitt eine niederohmige Treiberstufe. Das ist automatisch dann gewährleistet, wenn durch den leitenden Treibertransistor (wechselspannungsmäßig gesehen) die Primärwicklung des Treibertransformators gewissermaßen kurzgeschlossen wird. Es gibt zwar auch bei gegensinniger Polung der Sekundärwicklung Möglichkeiten, zu Hinlaufbeginn für ausreichende Niederohmigkeit der Treiberschaltung zu sorgen, was aber unter anderem mit höherem Aufwand erkauft werden müßte. Die zweite Frage hinsichtlich der Dimensionierung des Treibers bezieht sich auf das Übersetzungsverhältnis des Übertragers *Tr 1*. Es ergibt sich bei einem Tastverhältnis von 50 % unmittelbar als das Verhältnis der Spannung am Kondensator *C 2* (etwa 90 V) im Bild 10 zur Spannung an der Sekundärwicklung während der nichtleitenden Phase des Treibertransistors. Diese beträgt etwa 1,96 V und setzt sich zusammen aus der U_{BE}-Flußspannung des Zeilenendtransistors (etwa 0,8 V), der Summe der Spannungsabfälle am Widerstand *R 7* und an den Kupferwiderständen von Basisdrossel und Übertrager (etwa 0,6 V) und der Summe der Spannungsabfälle an der Induktivität der Basisdrossel und der auf die Sekundärseite bezogenen Streuinduktivität des Übertragers ($L \cdot di/dt \approx 18\ \mu H \cdot 1\ A/32\ \mu s = 0{,}56$ V).

Mit Rücksicht darauf, daß der Endtransistor beim Ansteigen der Betriebsspannung nach dem Einschalten des Fernsehgerätes möglichst früh ausreichend angesteuert werden muß, um einen eventuellen (kurzzeitigen) Betrieb im verbotenen Arbeitsbereich zu vermeiden, und mit Rücksicht auf die Toleranzen vor allem der U_{BE}-Flußspannung des Zeilenendtransistors sollte die Spannung am Kondensator *C 2* (Bild 10) erfahrungsgemäß einen Wert von etwa ⅓ der Betriebsspannung nicht überschreiten. Bei Verwendung eines zusätzlichen Ausgleichwiderstandes *R 7* kann der Wert weiter heraufgesetzt werden, und zwar im vorliegenden Fall auf etwa die halbe Betriebsspannung. Mit dem Widerstand *R 4* kann dann leicht der gewünschte Basisstrom-Endwert des Zeilenendtransistors eingestellt werden. Zuvor ist noch der Dämpfungswiderstand *R 5* parallel zur Wicklung *w 1* von *Tr 1* zu ermitteln, der die Spannungsspitze zu Beginn der nichtleitenden Phase des Treibertransistors an seinem Kollektor in Grenzen hält. Die Art der Basisstromdefinition des Endtransistors (im wesentlichen) über den Widerstand *R 4* hat den Vorteil, daß die Treiberstufe trotz der hohen Betriebsspannung noch gut mit einem Videotransistor, zum Beispiel dem BF 257, bestückt werden kann. Etwa ⅓ der in der Basisleistung des Endtransistors liegenden Induktivität kann im übrigen durch den Treibertransformator gebildet werden, wie Versuche ergaben. Ein noch größerer Anteil würde jedoch zu Schwierigkeiten bei der Dämpfung von Partialschwingungen führen. Der zu diesem Zweck eingesetzte Widerstand *R 6* kann zwar, entsprechend dimensioniert, auch parallel zur Basis-Emitter-Strecke des Zeilenendtransistors oder parallel zur Wicklung *w 2* des Treiberübertragers *Tr 1* gelegt werden, aber das hätte eine etwas kürzere Ausräumzeit zur Folge.

Im Bild 12 sind die Oszillogramme der Treiberstufe angegeben. Bild 12a stellt den Kollektorspannungsverlauf und

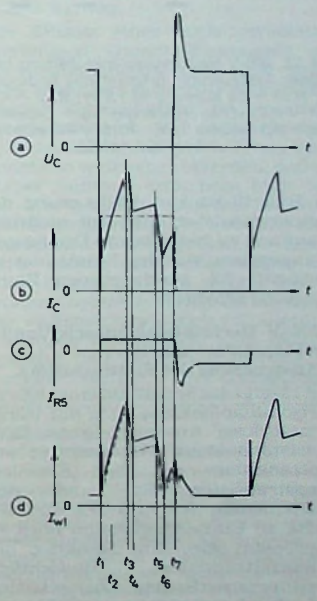


Bild 12. Oszillogramme der Treiberstufe im Bild 10

Bild 12b den Kollektorstromverlauf des Treibertransistors *T 1* dar. Der Kollektorstrom setzt sich zusammen aus dem Strom I_{R5} im Widerstand *R 5* (Bild 12c) und dem Strom I_{w1} in der Primärwicklung von *Tr 1* (Bild 12d; ohne den Dämpfungswiderstand würde sich der gestrichelte Verlauf ergeben). Da für den vom Treiber aufgenommenen Strom nur der Weg über den Treibertransistor zur Verfügung steht, muß bei einem Tastverhältnis von 50 % die gestrichelte Linie im Bild 12b dem dop-

pelten Wert der Gleichstromaufnahme entsprechen. Ein solcher Verlauf würde sich etwa ergeben bei Fortfall der Induktivität L in der Basiszuleitung und fehlendem Rückgewinnungsstrom über die Kollektor-Basis-Strecke des Zeilenendtransistors. Hier aber überlagert sich der transformierte Basisstromverlauf, wie leicht zu erkennen ist. Wichtig ist, daß der Kollektorstromverlauf zum Zeitpunkt t_6 nicht die 0-Linie berührt. Der Dämpfungswiderstand *R 5* trägt mit zu einem ausreichenden Sicherheitsabstand bei. Ferner sollte der Kondensator *C 2* nicht größer gewählt werden als erforderlich, damit beim Einschalten der Betriebsspannung die Spannung am Kondensator unmittelbar folgen kann.

ende mit einem niedrigeren Basisstrom auskommt, als es statisch dem Kollektorspitzenstrom entsprechen würde. Damit ergibt sich trotz der spezifisch niedrigen Stromverstärkung von Hochvolt-Zeilenendtransistoren ein verhältnismäßig geringer Treiberstrombedarf. In Verbindung mit der Startschaltung im Netzteil beziehungsweise der Speisung der Treiberschaltung aus einer niedrigen Betriebsspannung erhält man dann eine Leistungsaufnahme der Ansteuerung, die mit knapp 4 W nur unbedeutend über der einer Transformatoransteuerschaltung liegt. Im Mittel ist die Stromverstärkung des Transistors BU 205 bei 1 A Kollektorstrom etwa 10, was einer „dynamischen" Stromverstärkung von mindestens 15 entspre-

Diese Spannung ist zwar mit knapp 1 V nicht gerade hoch, reicht aber wegen der günstigen Bedingungen zum Abschaltzeitpunkt aus. Im Bedarfsfall kann durch Abblocken des Emitterwiderstandes *R 5* mit *C 3* (0,47 µF) während des Abschaltvorganges eine erhöhte Spannung und damit eine kürzere Schaltflanke erreicht werden. Ein größerer Wert für *C 3* als 1 µF sollte mit Rücksicht auf die Schnelligkeit der mit der Ansteuerschaltung verbundenen Begrenzung des Endstufenspitzenstroms nicht verwendet werden. Diese recht wirksame Strombegrenzung wird mit Hilfe der Diode *D 3* auf einfachste Weise durch Verwendung eines Z-Diodentyps erreicht. Bild 14 zeigt einige Oszillogramme der transformatorlosen Treiberschaltung (Kollektor- und Basisstrom von *T 1*, Diodenstrom von *D 3* und Basisspannung von *T 2*).

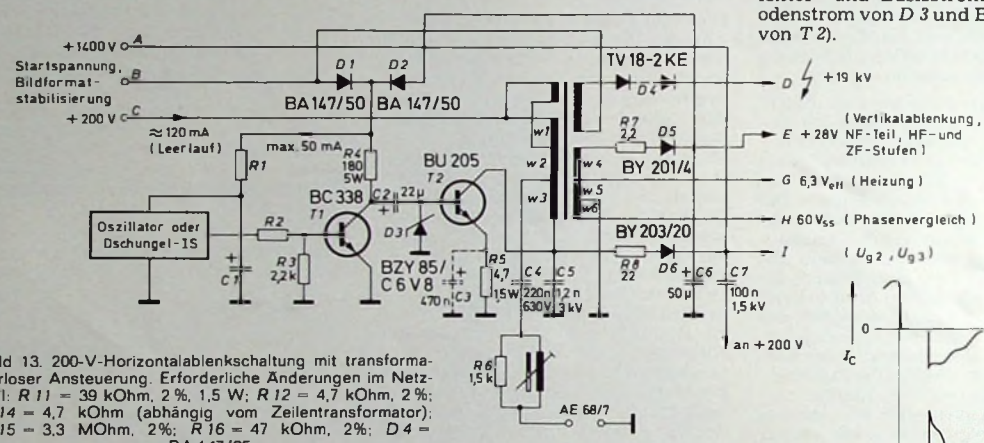


Bild 13. 200-V-Horizontalablenkschaltung mit transformatorloser Ansteuerung. Erforderliche Änderungen im Netzteil: *R 11* = 39 kOhm, 2%, 1,5 W; *R 12* = 4,7 kOhm, 2%; *R 14* = 4,7 kOhm (abhängig vom Zeilentransformator); *R 15* = 3,3 MOhm, 2%; *R 16* = 47 kOhm, 2%; *D 4* = BA 147/25

Im Bild 10 ist zur Ansteuerung des Treibertransistors eine mit niedriger Spannung zu betreibende Dschungel-IS angegeben, was den Einsatz der im Abschnitt 2.2. beschriebenen Startschaltung erfordert.

4. 200-V-Horizontalablenkschaltung mit transformatorloser Ansteuerung des Endtransistors

Bild 13 zeigt das Schaltbild einer 200-V-Horizontalablenkschaltung mit transformatorloser Ansteuerung des Endtransistors. Diese Ansteuerung des Endtransistors mit dem Kleinleistungstransistor *T 1* und den Bauelementen *R 4*, *C 2*, *D 3* und *R 5* dürfte an Einfachheit kaum noch zu unterbieten sein. Eine Selektion des Zeilenendtransistors hinsichtlich schaltungsspezifischer Eigenschaften darf allerdings nicht ausgeschlossen werden. Denkbar ist eine Selektion des Zeilenendtransistors in zwei oder drei Gruppen, wobei jeder Gruppe ein bestimmter Wert des Widerstandes *R 4* zuzuordnen ist.

Ermöglicht wird die transformatorlose Ansteuerung aus folgenden Gründen: Bei der weit heraufgesetzten Betriebsspannung von 200 V ergibt sich ein Kollektorspitzenstrom von nur 1 A. Reduzierter Kollektorstrom bedeutet aber höhere Stromverstärkung. Hinzu kommt der Effekt, daß ein Transistor, der zu Beginn seines ansteigenden Kollektorstroms mit überhöhtem Basisstrom betrieben wird, gegen Hinlauf-

chen dürfte. Berechnet wurde die Treiberschaltung für eine Stromverstärkung von etwa 8. Man erkennt, daß die relativ niedrige Treiberleistungsaufnahme nicht etwa mit übermäßigen Anforderungen an den Zeilenendtransistor erkauft werden muß. Der zweite Grund der Realisierbarkeit dieser Art der Steuerschaltung ist in der fehlenden oder nur verhältnismäßig geringen Übersteuerung (Sättigung) des Zeilenendtransistors zu sehen, wodurch der Einfluß der Ladung des Kollektor-Basis-Raums auf das Schaltverhalten stark gemildert wird. Letztlich muß, soll die Basis-Emitter-Strecke nicht während (annähernd) der gesamten ersten Hinlaufhälfte im Durchbruch arbeiten, für den zurückfließenden Kollektorstrom ein geeigneter Weg zur Verfügung gestellt werden. Diese Aufgabe übernimmt die Diode *D 3*, so daß der zusätzliche Aufwand einer hochsperrenden Stromrückgewinnungsdiode entfallen kann.

Die kapazitive Ansteuerung des Zeilenendtransistors hat den Vorteil, daß beim Ausfall des Zeilenoszillators die Zeilen-Endstufe gewissermaßen abgeschaltet und so vor Überlastung geschützt wird. Die Diode *D 3* gleicht den Ladungsverlust des Kondensators *C 2* bei gesperrtem Treibertransistor während der leitenden Phase wieder aus. Die sich dabei an der Basis des Zeilenendtransistors einstellende negative Spannung wird durch die Flußspannung der Diode *D 3* bestimmt.

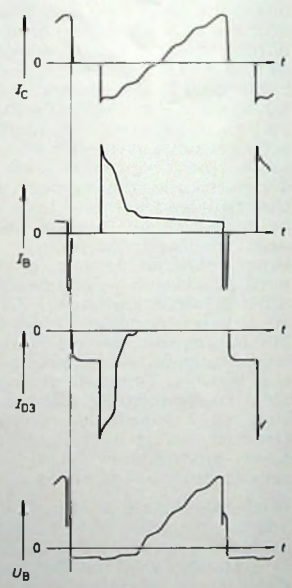


Bild 14. Oszillogramme der Treiberstufe im Bild 13

Wegen der Strombegrenzung kann der Schutzwiderstand in der Betriebsspannungszuführung zur Zeilen-Endstufe eingespart werden. Das ergibt nicht nur eine kleinere Leistungsaufnahme, sondern ermöglicht auch die spartransformatorische Ankopplung der Ablenkeinheit. Eine solche Transformation ist wegen der hohen Betriebsspannung nicht zu umgehen. Schließlich unterstützt die Strombegrenzung nicht unwesentlich die im Abschnitt 2.2. beschriebene Überspannungsschutzschaltung über das Netzteil zusammen mit den Bauelementen *R 8*, *D 6* und *C 7*. Daher benötigt die Ab-

lenkschaltung keine weiteren Schutzmaßnahmen, falls die im Abschnitt 2.2. angeführten Gesichtspunkte eingehalten werden.

Abschließend sei noch bemerkt, daß bei der vorliegenden Entwicklung bewußt der zulässige Sperrspannungsbereich von 1500 V des Zeilenendtransistors mit 1400 V sehr weitgehend ausgenutzt wurde. Was dabei eventuell irritiert, ist die Tatsache, daß das bereits unter betriebsmäßigen Bedingungen der Fall ist, wobei der gestörte Betrieb mit etwa 1450 V zu keiner nennenswerten Spannungsüberhöhung mehr beiträgt. Dagegen wird der Zeilenendtransistor in üblicher Schaltungstechnik betriebsmäßig nur zu etwa ⅔ der maximal zulässigen Sperrspannung ausgenutzt und die Sperrspannungsgrenze lediglich bei einem eventuellen Hochspannungsüberschlag vorübergehend erreicht. Die praktischen Erfahrungen mit der hier beschriebenen Schaltung haben jedoch keine Mängel hinsichtlich der Betriebssicherheit erkennen lassen. Wenn trotzdem an dieser Stelle eine niedrigere Betriebsspannung von 180 V empfohlen wird (was eine Rückschlagspannung von 1250 V und etwa 20 % mehr Treiberleistung zur Folge haben würde), dann mit Rücksicht auf die unvermeidbaren Toleranzen der Bauelemente usw. Recht vorteilhaft wäre auch die Zugrundelegung der empfindlicheren, aber etwas teureren Ablenkeinheit „AE 64/6" beziehungsweise „AE 67/7".

Magnetton

Heimtonbänder mit professionellen Eigenschaften

Lange Jahre schon ermöglichen Spulentonbänder der Spitzenklasse (zum Beispiel die „LH"-Bandtypen) Übertragungsqualitäten, die nicht nur die Hi-Fi-Norm erfüllen, sondern bereits professionelle Qualitätsmerkmale aufweisen. Die steigende Nachfrage nach hochwertigen Spulentonbandgeräten veranlaßte die Bandhersteller, entsprechend hochwertige Magnetbänder zu entwickeln, die sowohl den Ansprüchen qualitätsbewußter Amateure als auch den Forderungen professioneller Anwender entsprechen. Nach langjährigen Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der magnetischen Eisenoxide und der Bindersysteme und unter Anwendung neuer Herstellungstechnologien ist es der *BASF* jetzt gelungen, drei neue Bandtypen mit den geforderten Eigenschaften herzustellen. Dabei handelt es sich um das Studio-Standardspielband „SPR 50 LH", das Studio-Langspielband „LPR 35 LH" und

Die neuen Profi-Bänder der *BASF* werden auf Metallspulen und in einer ansprechenden Verpackung geliefert

das Studio-Doppelspielband „DPR 26 LH". Die Lang- und Doppelspielbänder, Profi-Bänder genannt, kommen mit der Zusatzbezeichnung „professional" auf den Markt.

Neben vielen schon selbstverständlichen Eigenschaften moderner Qualitätsbänder, zum Beispiel robustes, von Umwelteinflüssen weitgehend unabhängiges Trägermaterial (hochreißfeste Polyesterfolie), auch bei Dauerbetrieb geringster Verschleiß von Band und Gerät, praktisch beliebig lange Konservierung von magnetischen Aufzeichnungen, großer Rauschabstand (low noise) und hohe Aussteuerbarkeit (high output) für rauscharme und unverzerrte Aufnahmen, erforderten besonders folgende Rundfunk- und Studiobedingungen eine neue Konzeption für Amateurbänder mit professionellen Eigenschaften:

- frei tragende Wickel auch auf schnellspulenden Maschinen (also sehr gute Wickeleigenschaften);
- funken-, knack- und knisterfreier Bandtransport auch bei hohen Spulgeschwindigkeiten und bei Verwendung von Metallspulen;
- Pegelkonstanz und weitgehende Drop out-Freiheit auch bei harten Betriebsbedingungen;
- hohe Kopierdämpfungswerte zur Vermeidung störender Bandechos nach Langzeitlagerung;
- die Möglichkeit, das Band mit geringem Aufwand schnell und sicher zu schneiden und zu kleben.

Diese selbst bei Amateurbändern der Spitzenklasse bisher nicht umfassend realisierbaren Forderungen wurden bei den Profi-Bändern durch drei neue Entwicklungsschritte ermöglicht.

Die schwarze leitfähige Rückseitenmattierung mit engtolerierter Rauhigkeit (< 1 µm) verbessert zusammen mit dem niedrigen elektrischen Schichtwiderstand von 0,5 MOhm die Wickeleigenschaften grundlegend. Sie sorgt für glatte Wickel auch auf schnellspulenden Maschinen und verhindert somit Bandkantenbeschädigungen. Außerdem wird die Ladungstrennung weitgehend verhindert und dadurch ein knack- und knisterfreier Bandtransport auch bei Verwendung von Metallspulen ermöglicht, selbst wenn die Spulenflansche nicht leitend mit dem Chassis verbunden sind. Wegen der antistatischen Wirkung der Rückseitenmattierung wurde diese auch auf das Vor- und Nachspannband übertragen, so daß Band und Gerät noch mehr von Schmutz und Staub verschont werden, was speziell im Dauerbetrieb die Drop out-Anfälligkeit stark reduziert. Eine erhebliche Verbesserung gegenüber herkömmlichen Rückseitenmattierungen konnte beim Betrieb auf Geräten erreicht werden, bei denen das Magnetband mit Hilfe eines Filzes an die Magnetköpfe gedrückt wird; in diesem Fall macht sich nur noch eine geringfügig höhere Filzabnutzung bemerkbar.

Das aus einem umfangreichen Optimierungsprozeß entwickelte neue Bindersystem sorgt zusammen mit einer ausgewogenen Oberflächenvergütung für eine strapazierfähige Bandoberfläche, deren Eigenschaften weitestgehend unabhängig sind von Temperatur, Feuchte und Einflüssen der eigenen Rückseitenmattierung. Es bewirkt einen schonenden Betrieb für Magnetköpfe und Bandführungselemente und zeichnet sich durch eine sehr gute Schlupf-Bandzug-Charakteristik aus, was zu extrem günstigen Tonhöhenschwankungswerten führt. Die divergierenden Forderungen nach gutem Band-Kopf-Kontakt (das heißt hoher Schmiegsamkeit) und guter Bearbeitbarkeit des Bandes wie Schneiden und Kleben konnten durch einen Kompromiß zufriedenstellend erfüllt werden.

Der Einsatz eines hochentwickelten feinteiligen Gamma-Eisenoxids mit hohen Remanenzwerten (low noise, high output) sorgt für gute elektroakustische Eigenschaften im gesamten Frequenzbereich. Die Aussteuerbarkeit von hohen und tiefen Frequenzen konnte so weit erhöht werden, daß die bisher maximal erreichten high output-Werte nun zur unteren Toleranzgrenze gehören. Die Verwendung eines speziellen feinteiligen Gamma-Eisenoxids konnte den besonders bei low noise-Magnetbändern stärker auftretenden Kopiereffekt (Bandecho) merkbar verbessern, was sich vor allem bei kritischen Aufnahmen, zum Beispiel Sprache, und Langzeit-Lagerung bemerkbar macht. *H. Grosselfinger*

Weiterentwickelte professionelle 1"-Videorecorder

Die nach dem LIR-Verfahren arbeitenden professionellen 1"-Videorecorder hat *Grundig* durch Weiterentwicklungen ergänzt. So hat der neue Recorder „BK 204" jetzt eine spezielle Bandtransport-Automatik für optimale, störungsfreie Standbild-Wiedergabe. Die systembedingte Störzone wird hierbei automatisch in die vertikale Austastlucke verlagert. Da die Fortschaltung von Einzelbild zu Einzelbild (Suchlauf) vorwärts und rückwärts möglich ist, lassen sich komplizierte Bewegungsabläufe in Schritten von 20 ms betrachten. Der andere neue Recorder „BK 401" hat zusätzlich zu den Neuheiten des „BK 204" alle Einrichtungen für den elektronischen Schnitt von Bild und Ton, der vertikal verkoppelt und bei Signalen nach CCIR-Norm auch halbbildrichtig ausgeführt wird. Mit entsprechenden Zusatzeinrichtungen ist auch Aufzeichnung auf das stillstehende Magnetband möglich. Die Bildfolge ist dabei stufenweise zwischen 1 und 300 s einstellbar. Langsam ablaufende Vorgänge können auf diese Weise komprimiert werden. Mit Hilfe der neuen Fernbedienung „FB 400" lassen sich alle Funktionen (auch Standbild, Zeitlupe und elektronischer Schnitt) aus Entfernungen bis zu 500 m fernsteuern.

Kompakter spielfreier Mikromanipulator für IS-Technologie

Zum genauen Justieren von Objekten benötigt man Mikromanipulatoren, mit denen sich die Präparate über sehr kleine Abstände verschieben lassen. Im *Philips*-Forschungslaboratorium Eindhoven wurde ein Mikromanipulator konstruiert, der die zur Zeit bekannten Ausführungen in vielen Punkten übertrifft.

Ein guter Mikromanipulator muß die Verlagerungen mit hoher Präzision ausführen können. Das setzt einen spielfreien Führungs- und Antriebsmechanismus voraus. Ferner soll der Manipulator möglichst unempfindlich gegen Stoßeinwirkung und Erschütterungen sein – eine Forderung, der bisher durch verhältnismäßig schwere und voluminöse Konstruktionen entsprochen wurde. Deshalb befriedigen die heute bekannten Manipulatoren im praktischen Gebrauch nicht in jeder Hinsicht.

A. F. Foederer, A. J. J. Franken und J. A. J. M. van Noord, Mitarbeitern des genannten Laboratoriums, gelang nun die Konstruktion eines kompakten Geräts, bei dem praktisch alle genannten Probleme gelöst sind. Der Entwurf basiert auf der Erkenntnis, daß eine ausschließlich durch elastische Verformung zustande kommende und gelenkte Bewegung grundsätzlich sowohl spiel- als auch reibungsfrei ist. Der neue Entwurf enthält als Führungsmechanismus zwei senkrecht zueinander wirkende Kombinationen paralleler Blattfedern, während Metallmembranen als Antriebs- und Übertragungsmechanismus dienen. Eine solche Blattfederkombination (Bild 1) ist in einer Richtung sehr leicht beweglich und in den beiden anderen Richtungen besonders starr. Wegen dieser Eigenschaften ist für die Verlagerung der Blattfeder in

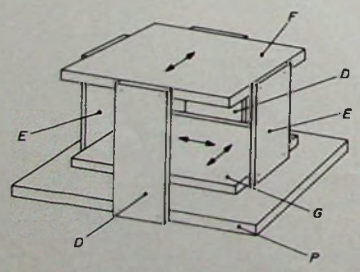


Bild 1. Schematische Darstellung der gefalteten Blattfederkonstruktion; *D* und *E* zwei Blattfederpaare, *F* Zwischenplatte, *G* Manipulationsplatte, *P* feste Grundplatte

Querrichtung nur sehr wenig Kraft erforderlich, und außerdem erfolgt diese Bewegung stoßfrei, das heißt ohne störenden Stick-Slip-Effekt, wie er insbesondere bei aufeinander gleitenden Flächen, beispielsweise bei einem Kreuzsupport, häufig auftritt.

Bei einer solchen Blattfederkombination wird überdies die Einstellgenauigkeit für eine bestimmte Verlagerungsrichtung nicht durch die Kopplung mit dem anderen Blattfedersatz beeinträchtigt, da dieser in Einstellrichtung sehr starr ist. Die „gefaltete" Anordnung – beide Blattfedersätze zeigen von der Zwischenplatte aus in die gleiche Richtung – ergibt einen kompakten Aufbau. Bild 2 zeigt die Anordnung der Metallmembranen. Die Bewegungsuntersetzung kommt

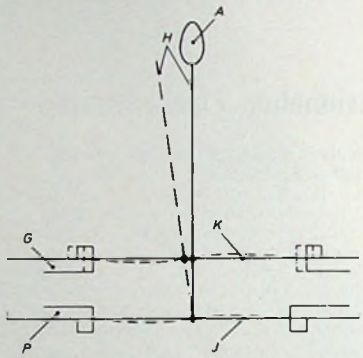
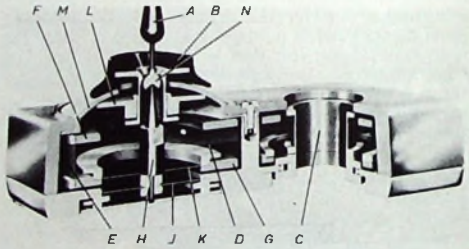


Bild 2. Bewegungsuntersetzung durch Hebel; *A* Betätigungshebel, *G* Manipulationsplatte, *H* Hebel (in zwei Stellungen), *J* und *K* Metallmembranen, *P* feste Grundplatte

Bild 3. Querschnitt durch den Mikromanipulator; *A* Betätigungshebel, *B* Knopf für Grobregelung, *C* Präparathalter, *D* und *E* Blattfedern, *F* Zwischenplatte, *G* Manipulationsplatte, *H* Hebel, *J* und *K* Metallmembranen, *L* Ring, *M* fester kuppelförmiger Teil, *N* Kugelgelenk ▶



durch Hebelwirkung zustande. Der Hebel ist sowohl im Drehpunkt als auch im Antriebspunkt an einer Metallmembran befestigt. Dadurch erreicht man, daß der Hebel spielfrei und reibungsfrei beweglich ist und daß sich diese Bewegung auch spielfrei auf das Präparat übertragen läßt.

Eine Vorstellung von dem kompletten Mikromanipulator gibt Bild 3. Zwei Blattfedersätze (hier nur die Federn *D* und *E* gezeichnet) sind über die Zwischenplatte *F* miteinander verbunden. Der Satz *D* ist unmittelbar an der Bodenplatte des Geräts montiert. An den Blattfedern *E* ist die Manipulationsplatte *G* befestigt, die unmittelbar mit dem Präparathalter *C* verbunden ist.

Der Drehpunkt von Knopf *B* (Grobregelung) liegt am Ende des damit verbundenen Hebels *H*, der an seinem anderen Ende an der Metallmembran *J* befestigt ist. Die Bewegungen von *H* werden durch die mit diesen beiden Teilen verbundene zweite Membran *K* an die Manipulationsplatte *G* übertragen. Der Abstand zwischen den Membranen *J* und *K* ist derart, daß die Verlagerungsabstände von Knopf *B* sich gegenüber der des Präparathalters *C* wie 6,6:1 verhalten. Während der Verlagerung muß Knopf *B* etwas eingedrückt werden, damit der mit *B* verbundene Ring *L* vom festen kuppelförmigen Teil *M* abgehoben wird. Die Lage des Betätigungshebels *A* bleibt bei diesen Manipulationen erhalten. In der Ruhestellung legt sich der Ring *L* leicht klemmend gegen den Teil *M*, so daß – auch schon im Hinblick auf die Größe des Untersetzungsverhältnisses – die rückwirkenden Kräfte klein sind und die Stellung von *B* und damit die des Präparathalters sicher gewahrt bleibt.

Mit dem Feinregelknopf *A* läßt sich der Hebel *H* noch ein wenig gegenüber dem so fixierten Knopf *B* verschieben. Dazu dient das am Fuß des Hebels sitzende Kugelgelenk *N*, das zwischen dem lose in eine kegelförmige Vertiefung der Kugel eingreifenden Ende von *H* und Knopf *B* gehalten wird. Der Abstand zwischen dem Mittelpunkt des Kugelgelenks *N* und dem Ende des Hebels *H* ist so gewählt, daß sich ein Feinregelverhältnis von etwa 150:1 ergibt. Die technischen Daten des Mikromanipulators sind in Tab. I zusammengestellt.

Tab. I. Technische Daten des Mikromanipulators

Untersetzung der Verlagerungsbewegung (Grobregelung)	6,6 : 1
Untersetzung der Verlagerungsbewegung (Feinregelung)	150 : 1
Durchmesser Grobregelbereich	3,2 mm
Durchmesser Feinregelbereich (innerhalb des gesamten Grobregelbereichs)	0,2 mm
Einstellgenauigkeit besser als	0,5 µm

Ein großer Vorteil des Geräts ist, daß es in jeder beliebigen Stellung verwendbar ist und daß es auch bei hoher Belastbarkeit (beispielsweise durch ein Gewicht von einigen Kilogramm) sehr stabil arbeitet. Am Manipulator lassen sich ferner auf einfache Weise Hilfseinrichtungen anbringen, so daß beispielsweise auch Vertikal- und Drehbewegungen ausgeführt werden können. Da der Präparathalter doppelseitig ausgeführt ist, läßt sich das Gerät auch im umgekehrten Zustand von der Unterseite her bedienen.

UHF-Fernsehsender der dritten Generation

1. Historischer Rückblick

Die ersten Entwicklungsarbeiten an Sendern für die UHF-Bereiche IV/V begannen bei *Siemens* und *SEL* im Jahre 1955. Die Ausgangsleistung der Bildsender war jedoch auf maximal 2...2,5 kW begrenzt, weil zur damaligen Zeit außer den kleinen *Siemens*-Tetroden RS 1022 und RS 1052 keine geeigneten Röhren mit größerer Leistung zur Verfügung standen. Die Bemühungen um die Entwicklung leistungsstärkerer Endröhren führten dann im Jahre 1959 zu der luftgekühlten 10-kW-Tetrode RS 1032 von *Siemens* und zum wassergekühlten 10-kW-Klystron 4 KM 50.000 LA von *Eimac*, das später unter der Bezeichnung YK 1000 auch von *Valvo* produziert wurde.

Die drei Senderkonzeptionen für 20/4 kW, die zwischen 1960 und 1963 in Produktion gingen, enthielten in der Bild-Endstufe jeweils zwei parallel geschaltete Endverstärker. Der *Siemens*-Sender war mit Tetroden bestückt; im Bildteil wurde die 2-kW-Stufe moduliert. Der *SEL*-Sender des Jahres 1961 war im Bildteil mit zwei Klystrons bestückt, enthielt bereits ZF-Modulation sowie ein ZF-Restseitenbandfilter und benötigte etwa 30 W Steuerleistung für die beiden parallel geschalteten Klystron-Endstufen. Diese Sender wurden jedoch nur für den Bereich IV gebaut, weil sich mit den damaligen Band-V-Klystrons amerikanischer Herstellung Schwierigkeiten ergaben und diese Klystrons deshalb bei *SEL* aus Qualitätsgründen nicht eingesetzt wurden.

SEL produzierte dann von 1963 bis 1967 ausschließlich Tetrodensender, die ebenso wie die Sender von *Siemens* mit der luftgekühlten 10-kW-Tetrode RS 1032 bestückt waren. Diese *Siemens*-Röhre war für die damalige Zeit eine ganz besonders fortschrittliche und leistungsfähige Konstruktion. Heute wird dieser Röhrentyp auch in modernen UHF-Sendern der 2-kW-Klasse mit gemeinsamer Bild-Ton-Verstärkung eingesetzt.

2. Passive und aktive Reserveschaltungen

Alle 20-kW-Sender waren zunächst Einzelsender. Obwohl ihre Betriebssicherheit relativ groß war, mußten doch manchmal erhebliche Ausfallzeiten in Kauf genommen werden. Das Bemühen um Reserveeinheiten und geeignete Reserveschaltungen war daher verständlich, führte aber nicht nur auf Grund der verschiedenen Senderkonzeptionen, sondern auch infolge uneinheitlicher Ansichten im Kreis der Bedarfsträger zu den unterschiedlichsten Anlagen-Ausführungen. So vertraten beispielsweise die Rundfunkanstalten sehr frühzeitig die Ansicht, daß eine reine passive Reserveschaltung, das heißt die Bereitschaft einer kompletten Reserveanlage, die vorteilhafteste Ausrüstung im Hinblick auf Betrieb, Wartung und Service sei. Nachteilig war jedoch damals bei der passiven Reserve, daß der völlig abgeschaltete Reservesender bis zu fünf Minuten Anheizzeit benötigte, was gleichbedeutend ist mit einer völligen Programmunterbrechung.

Von der Bundespost, dem weitaus größten Bedarfsträger für UHF-Sender in der Bundesrepublik, ging damals aus ökonomischen Gründen die Anregung aus, für den Reservebetrieb zunächst die in den Sendern vorhandenen, sozusagen eingebauten Reserven nutzbar zu machen und nur Vorstufen in passiver Reserveschaltung zu betreiben. Hierzu eigneten sich Tetrodensender wegen ihrer Leistungsabstufung 2 – 10 – 20 kW besonders gut. So entstand das im Bundespost-Pflichtenheft von 1964 verankerte Prinzip der sogenannten aktiven Endstufen- und passiven Vorstufen-Reserveschaltung. Der Vorteil dieser Schaltung war, daß bei Ausfall einer 10-kW-Bildstufe in sehr kurzer Zeit auf die bereits betriebswarme Parallel- oder Treiberstufe umgeschaltet werden konnte. Nachteilig gegenüber der passiven Reserve kompletter Sender waren jedoch die reduzierte Leistung und oft auch die verminderte Qualität der Ausstrahlung im Reservefall.

3. Zwei Klystronsender-Generationen

1967: Klystronsender der zweiten Generation

SEL entwickelte 1967 in besonderer Anpassung an die Erfordernisse des Auslands einen Klystronsender der zweiten Generation mit dem luftgekühlten 10-kW-*Valvo*-Klystron YK 1001, der sich als Doppelanlage sowohl in passiver als auch in aktiver Reserveschaltung betreiben läßt. Die 20-kW-Version ist besonders erwähnenswert, weil sich bei ihr durch das Variokoppler-System bei Ausfall einer Klystronstufe kontinuierlich ohne Schaltunterbrechung die volle Leistung der zweiten Klystronstufe auf die Antenne steuern läßt. Bemerkenswert ist außerdem die auch für heutige Maßstäbe fortschrittliche Konzeption dieser Sender mit Halbleitervorstufen, gleichen Klystronverstärkern für Bild und Ton sowie gemeinsamer Stromversorgung für Bild- und Tonsender. Als Vorverstärker wurde im Bildsender wegen der für Halbleiterstufen nicht ausreichenden Verstärkung des Klystrons YK 1001 eine *Siemens*-Wanderfeldröhre YH 1020 eingesetzt.

1973: Klystronsender der dritten Generation

In der Bundesrepublik ist das UHF-Sendernetz bis auf wenige Standorte bereits seit mehreren Jahren voll ausgebaut. Deshalb wurde jetzt von den deutschen Bedarfsträgern die Frage aufgeworfen, wie ein Band-IV/V-Sender der dritten Generation für 10 und 20 kW aussehen könnte, der ab Mitte der 70er Jahre vor allem die derzeit in Betrieb befindlichen älteren Großsender ersetzen soll. Im März 1973, dreizehn Jahre nach der Inbetriebnahme des ersten UHF-Großsenders, stellten als Prototyp aus der gemeinschaftlichen Entwicklungsarbeit jetzt *Siemens* und *SEL* die Lösung vor (Bild 1), die auch den besonderen Anforderungen der Bundespost nach einer einheitlichen Senderkonzeption für 10- und 20-kW-Sender entspricht:

▶ Doppelsender (Bild 2), bestehend aus zwei kompletten Einzelsendern in passiver Reserveschaltung, mit Klystronverstärkern.

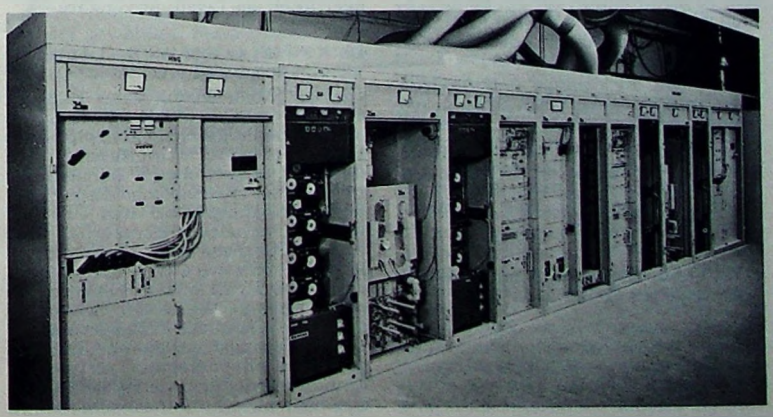


Bild 1. UHF-Fernsehsender-Doppelanlage 2 × 20/2 kW mit passiver Reserveschaltung und Endstufen mit Leistungsklystron YK 1151

Dieser Beitrag ist eine stark gekürzte Zusammenfassung von Vorträgen, die auf der Arbeitstagung „Sendertechnik" am 13. März 1973 in Berlin vor Vertretern der europäischen Rundfunk- und Fernsehanstalten sowie der Postverwaltungen von Angehörigen der Firmen *Siemens AG* und *Standard Elektrik Lorenz AG* gehalten worden sind.

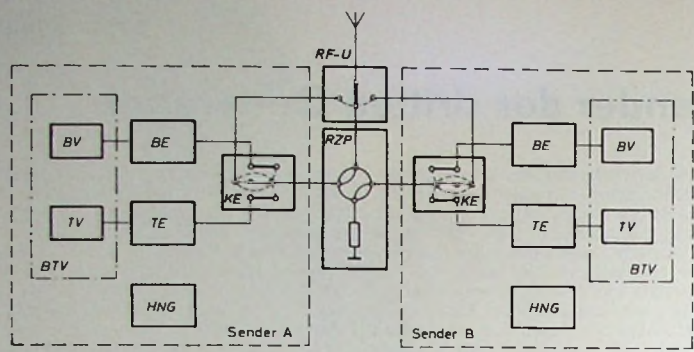


Bild 2. Prinzipschaltbild der UHF-Fernsehsender-Doppelanlage in passiver Reserveschaltung (*BE* Bild-Endstufe, *BTV* Bild-Ton-Vorstufe, *HNG* Hochspannungsgleichrichter, *KE* Kombinationseinheit, *RF-U* RF-Umschalterfeld, *RZP* Reserve-Zusatzgestell für passive Reserve, *TE* Ton-Endstufe)

▶ Neuartige Standby-Vorheizung des Klystrons des Reservesenders ermöglicht Betriebsaufnahme in weniger als fünf Sekunden.

▶ Einheitliche Klystron-Endstufen für Bild und Ton mit hoher Lebensdauererwartung.

▶ Einziger Röhrentyp im Sender ist das luftgekühlte 4-Kammer-Klystron YK 1151. Es wird von zwei Herstellern (*Valvo* und *Siemens*) erhältlich sein, so daß sich eine vereinfachte Lagerhaltung beim Kunden und vernünftige Fertigungsstückzahlen beim Hersteller ergeben.

▶ Gemeinsame Stromversorgung für Bild- und Tonklystron, umschaltbar von 20-kW- auf 10-kW-Betrieb.

▶ Halbleiterbestückte Vorstufe mit ZF-Modulation im Bild- und Tonteil zur direkten Ansteuerung der Klystron-Endstufen.

▶ Tonteil vorbereitet für 2-Ton-Übertragung nach dem IRT-System.

▶ Übersichtliche Blockierung und Automatik mit Störspeicherung und Druckeranschlußpunkten zur chronologischen Fehlererfassung.

▶ Sicherheitseinrichtungen nach den neuen VDE-Vorschriften mit mechanischer Verriegelung hochspannungführender Teile.

▶ Neue, auf den Einzelsender bezogene Betriebs- und Meßtechnik mit zentralem Anschlußpunkt für ein Sendergestell unter Einbeziehung der künftigen Anforderungen durch die automatische Prüfzeilenmeßtechnik.

▶ Minimale Frontlänge und Stellfläche, damit Doppelanlagen an Stelle der bisherigen Einzelsender ohne Gebäudeerweiterung Platz finden können.

▶ Alle Baugruppen lasssen sich zur Wartung nach vorn herausziehen, so daß Begehbarkeit von der Rückfront nicht erforderlich ist.

4. Halbleiterbestückte Sendervorstufe der zweiten Generation

Für den Bereich-IV/V-Klystronsender der dritten Generation wurde eine neue Halbleitervorstufe konzipiert, die sich in vielfacher Hinsicht von ihren Vorläufertypen unterscheidet. Ihr wichtigstes Merkmal ist die hohe RF-Ausgangsleistung, die zur direkten Ansteuerung des Hochleistungsklystrons YK 1151 ausreicht.

Fortschritte in der Aufbereitungstechnik wurden durch Konzentration der Entzerrer für Senderlaufzeit, Linearität und differentielle Phase im Zwischenfrequenzbereich und durch Einsatz eines engtolerierten passiven Video-Allpasses für die Vorentzerrung der Empfängerlaufzeit erreicht. Erstmalig wurde auch die Möglichkeit vorgesehen, einen zweiten frequenzmodulierten Tonträger 250 kHz oberhalb des normalen Tonträgers zu übertragen.

Für die Stromversorgung der Vorstufe wurden Gleichrichter, Siebkette und Strombegrenzung zentral angeordnet, während die elektronische Feinregelung in die jeweiligen Bausteine integriert ist.

4.1. Aufbereitung des Bildsignals

Durch das Übertragungssystem bedingte Aufgaben der Bildsignalaufbereitung sind das normgerechte Modulieren des RF-Trägers, die vorgeschriebene Beschneidung des unteren Seitenbands und die Vorentzerrung der Empfängerlaufzeit. Als weitere, nicht systembedingte Aufgaben treten hinzu die Vorentzerrung für die Laufzeit des gesamten Senders sowie für die Phasen- und Amplituden-Nichtlinearitäten des Leistungsverstärkers.

4.2. RF-Mischer und -Linearverstärker

Die zur Ansteuerung eines Bildverstärkers mit dem 20-kW-Klystron YK 1151 benötigte Synchronspitzenleistung liegt bei 2,5 W im Kanal 21 . . .42 und geht in den oberen Kanälen auf 1,7 W zurück. Rechnet man die Verluste der Verbindungskabel und eine gewisse Sicherheit ein, dann erhält man eine erforderliche Vorstufenausgangsleistung von etwa 4 W in den unteren und von etwa 2,5 W in den oberen Kanälen. Erst in allerletzter Zeit ist es durch die erhebliche Verbesserung der UHF-Leistungstransistoren möglich geworden, eine derartige Leistung bei Einhaltung der erforderlichen Signalqualität mit einem Einzelhalbleiter zu erzeugen und so die beim Parallelschalten mehrerer Transistoren auftretenden Probleme in der Handhabung und Zuverlässigkeit zu vermeiden.

4.3. Übertragung eines zweiten Tonkanals

Die neue Vorstufe ist zur Übertragung eines zweiten frequenzmodulierten Tonträgers 250 kHz oberhalb des normalen Tonträgers geeignet. Hierfür wurde eine Lösung mit gemeinsamer Verstärkung beider Tonsignale im Klystron-Tonverstärker gewählt. Die Zusammenführung der Tonsignale erfolgt bereits auf der Zwischenfrequenz. Beide Tonsignale werden zunächst getrennt verstärkt und je einem Frequenzmodulator zugeführt. Die beiden frequenzmodulierten ZF-Signale werden dann addiert und dem Mischer zugeführt. Eine Amplitudenvorentzerrung zur Kompensation der Nichtlinearität des Klystronverstärkers wurde nicht vorgesehen, weil eingehende Versuche gezeigt hatten, daß eine derartige Entzerrung praktisch keine Auswirkung auf die Höhe der hinter dem Klystron gemessenen Intermodulationsprodukte hat.

5. Leistungsklystron YK 1151 für 10- und 20-kW-UHF-Fernsehsender

Das Klystron YK 1151 (Ausgangsleistung ≧25 kW) ist in seinen Eigenschaften speziell auf die Anforderungen von Leistungsverstärkern in Fernsehsendern des UHF-Bereichs 470 bis 860 MHz zugeschnitten. Das gilt für das elektrische Verhalten ebenso wie für den mechanischen Aufbau und die Handhabung.

5.1. Technologisch konstruktives Prinzip

Die Röhre in Metall-Keramik-Konstruktion mit externen austauschbaren Resonatoren bildet mit den für die Führung des Elektronenstrahls erforderlichen Permanentmagneten eine festverbundene Einheit. Die Integration von Röhre und Fokussiersystem ermöglicht die Optimierung des magnetischen Führungsfeldes. Da der Benutzer nur noch die Feinjustierung im jeweiligen Betriebskanal vornehmen muß, ist auch der Röhrenaustausch wesentlich vereinfacht. Die Verwendung von Permanentmagneten sichert hohe Zuverlässigkeit des Fokussiersystems, das sich während der Lebensdauer praktisch nicht verändert.

Die sich selbst regenerierende Wolfram-Vorratskatode zeichnet sich durch große Emissionsstabilität und hohe Lebensdauer aus. Die Art der Katode erlaubt den regelmäßigen Standby-Betrieb der Klystronheizung und gewährleistet damit sofortige Einschaltbereitschaft.

Die Röhre ist vollständig luftgekühlt. Die Verwendung der Luftkühlung bietet einerseits hohe Betriebszuverlässigkeit und ist andererseits auch unter extremen Umgebungsbedingungen einfach zu realisieren. Um das betriebssichere Arbeiten der Kühlung zu gewährleisten und gleichzeitig ein sehr einfaches Wechseln der Röhre im Sender zu ermöglichen, wurde als Zubehör ein spezieller Röhrenwagen konstruiert. Er enthält neben der Luftführung und den Temperaturüberwachungs-

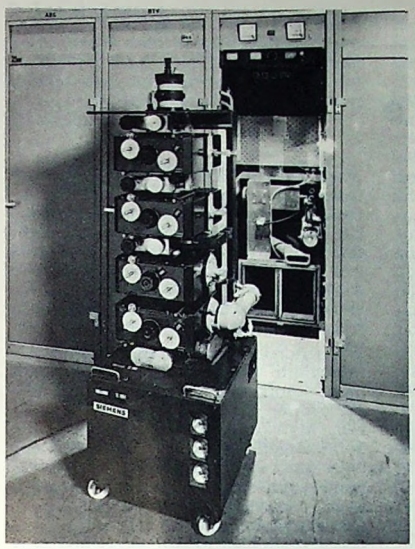


Bild 3. Bild-Endstufe mit Leistungsklystron YK 1151 als leicht auswechselbare Wageneinheit

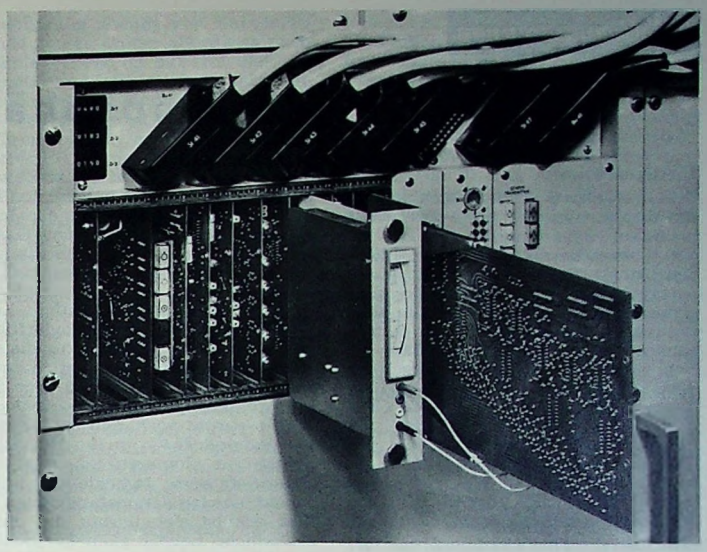


Bild 4. Blockierungsfeld der Stromversorgung mit Spezial-Adapter-Instrumentenkarte zur Erleichterung der Fehlersuche in Logik-Bausteinen

einheiten für den Kollektor auch die Luftverteiler für die Triftstrecken und Resonatoren, die elektrischen Anschlüsse für Kollektor und Ionengetterpumpe sowie die mechanische Abfangung für die HF-Leistungsauskopplung. Für den gesamten UHF-Bereich K 21 ...K 68 genügt eine einzige Röhre. Dieser große Betriebsbereich ließ sich dadurch erreichen, daß das HF-Zubehör (im wesentlichen die Resonatoren und Koppelschleifen) für Teilfrequenzbereiche zugeschnitten ist. Für die Kanäle 21 ... 41 und 42 ... 68 benötigt man je einen Satz Resonatoren und Koppelschleifen. Die Resonatoren sind so aufgebaut, daß sie sich innerhalb weniger Minuten auf die Röhre montieren lassen. Das gesamte Zubehör paßt zu jeder beliebigen Röhre, muß also bei Röhrenwechsel nicht mit ausgetauscht werden.

6. Endstufen für Bild- und Tonsender

Durch den Einsatz jeweils eines hochverstärkenden Klystrons im Bild- und Ton-Leistungsteil ließ sich die seit Jahren angestrebte „2-Röhren-Lösung" auch für den 20-kW-Fernsehsender realisieren. Die Verwendung gleicher Röhren in den Leistungsverstärkern ermöglicht einen praktisch völlig identischen Endstufenaufbau für Bild und Ton und darüber hinaus eine echte Parallelspeisung aus einer gemeinsamen Stromversorgung. Daß der Wegfall getrennter Netzteile für den Ton-Leistungszug sich positiv auf die Zuverlässigkeit des Gesamtsenders und auf die Transparenz der notwendigen Blockierungs- und Überwachungsschaltungen auswirkt, ist augenscheinlich.

Die aus betriebstechnischen Gründen von der Bundespost angestrebte Luftkühlung für die neuen Sender läßt sich mit dem Leistungsklystron YK 1151 ebenfalls problemlos verwirklichen. Die Bild- und Ton-Endstufen des neuen Senders unterscheiden sich in der konstruktiven Ausführung und elektrischen Ausrüstung des Bild- und Ton-Endstufenschranks praktisch nicht; lediglich ein Teil der Kontroll- und Überwachungsinstrumentierung ist den unterschiedlichen Betriebsverhältnissen angepaßt.

6.1. Konstruktiver Aufbau

Von den vielen konstruktiven Aufgaben, die bei der Gestaltung der Leistungsstufen zu lösen waren, sei hier nur ein Beispiel erwähnt: der schnelle problemlose Wechsel der komplett vormontierten Klystron-Wageneinheit im Endstufenschrank. Bild 3 vermittelt einen klaren Eindruck von der Zweckmäßigkeit und Übersichtlichkeit der gefundenen Schrankkonstruktion, die es ermöglicht, eine montierte Klystron-Einheit problemlos innerhalb fünf bis acht Minuten zu wechseln. Zum Röhrentausch in der Klystron-Wageneinheit benötigen zwei Mann eine knappe Stunde Arbeitszeit.

7. Stromversorgung

Die Aufgabenstellung für das Hochspannungsnetzgerät wurde sehr weitgehend vom Klystron YK 1151 und von der gewählten Senderkonzeption bestimmt. Darüber hinaus strebte man eine zukunftsichere Lösung an, die bis in die 80er Jahre einen interessierten Markt behält. Unter diesen Gesichtspunkten galt es, besonders bei der Konstruktion und der Bauteileauswahl so vorzugehen, daß lange Wartungsabstände und ein Optimum an Betriebssicherheit und Service-Freundlichkeit zu erwarten sind. Auch eine gewisse Flexibilität in der Anlagentechnik (zur Abdeckung aller in- und ausländischen Kundenvorschriften) sowie eine vernünftige Wirtschaftlichkeit für Anwender und Erzeuger waren weitere Zielvorstellungen.

8. Blockierung

Zur Definition des allgemeinen Begriffs „Blockierung" sei festgelegt, daß darin alle zur Steuerung und Überwachung einer Senderanlage benötigten Baugruppen eingeschlossen sind.

Die Klystronverstärker mit der Stromversorgung bilden eine in sich abgeschlossene schaltungstechnische Einheit, die über das Blockierungsfeld (Bild 4) mit den übrigen Anlagenteilen verbunden ist. Die Betriebszustände „Aus", „Heizung" (standby) und „Betrieb" lassen sich mittels Tastenschalter wählen; die Tastenschalter sind gegenseitig verriegelt. Die einzelnen Stromversorgungen werden in der notwendigen Reihenfolge eingeschaltet, wobei jeder neue Schaltschritt erst nach Rückmeldung der Ausführung des vorangegangenen freigegeben wird. Meß- und Störgrößen aus den Verstärkern und Gleichrichtern werden ausgewertet und den Schleifenkommandos überlagert.

Die Blockierung enthält außer den Melderelais und Zählern nur Halbleiterschaltungen als Funktionsbaugruppen. Zur logischen Verknüpfung werden integrierte Schaltungen vom Typ der langsamen störsicheren Logik FZ 100 (*Siemens*) verwendet, für die Analog-Digital-Wandler Operationsverstärker.

Der Zustand des automatischen Schaltungsablaufs wird in einem Anzeigefeld mit zwanzig Leuchtdioden dargestellt. Ein Störungsmeldespeicher mit zwanzig netzausfallsicheren Speichern zeigt Störungen der Verstärker und der Stromversorgung an. Je zehn Meldungen sind für spontane Störungen und Schalterablaufstörungen bestimmt. Spontane Störungen (Überstrom, Übertemperatur) werden sofort eingegeben. Die Eingabe von Ablaufstörungen ist gekoppelt mit einer dreistufigen Überwachungszeitschaltung, die die zugehörigen Speicher erst freigibt, wenn der zu überwachende Schaltschritt sicher durchgeführt sein müßte. Eine angepaßte logische Verknüpfung sorgt dafür, daß nur die Störung gespeichert wird, die den Ausfall verursacht hat. *W. Roth*

R. HÜBNER

Die Ionosphäre

1. Allgemeines

Die Ionosphäre schließt sich an die Stratosphäre an, die sich von etwa 10 bis 80 km Höhe erstreckt (der Bereich von 0 bis 10 km wird als Troposphäre bezeichnet). Die Höhe der Ionosphäre beträgt etwa 1000 km, wobei sich eine genaue Grenze wegen der allmählichen Abnahme der Dichte der Atmosphäre nicht angeben läßt. Für die Nachrichtentechnik ist vor allem der Bereich von etwa 80 bis 300 km von Interesse. Die Ionosphäre ist eine Gashülle (Luft verschiedener Dichte und Zusammensetzung), die rund um den Erdball gelagert ist. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß sie elektrische Ladungsträger enthält, die die Ursache der Leitfähigkeit der Ionosphäre sind.

Eine für die Nachrichtentechnik bedeutende Schicht liegt in 100 ... 120 km Höhe, die sogenannte Heaviside-Schicht, die nach dem englischen Physiker Heaviside benannt wurde, der gleichzeitig mit dem Amerikaner Kennely im Jahre 1902 die ionisierenden Schichten der Atmosphäre entdeckte. In dieser und auch in den darüberliegenden Schichten werden durch ultraviolette, Gamma- und an-Strahlungen, die teils von der Sonne stammen, teils in den obersten Luftschichten gebildet werden, die Moleküle und Atome der Luft in positiv geladene Ionen und negativ geladene Elektronen aufgespalten. In geringerer Höhe (<80 km) werden fast alle Strahlungen (Lichtquanten) absorbiert, so daß die Ionisation der Luft in Erdnähe immer geringer wird.

2. Beschaffenheit der Ionosphäre

Die Ionosphäre ist nicht einheitlich beschaffen; die Dichte der Ladungsträger und damit die Leitfähigkeit ändern sich erheblich mit der Höhe und unterliegen auch noch einer Reihe äußerer Einflüsse. Je nach der Ladungsträgerdichte (Elektronen beziehungsweise Ionen) unterscheidet man zwei Hauptschichten, die *E*- und die *F*-Schicht (Bild 1), wobei letztere noch in die F_1- und F_2-Schicht unterteilt wird. Der Grund für die unterschiedliche Dichte und Leitfähigkeit der Ionosphäre ist die unterschiedliche Gaszusammensetzung der Luftschichten, da die Atmosphäre neben Sauerstoff (O) noch Stickstoff (N), Wasserstoff (H) und Kohlendioxid (CO_2) enthält. Letzteres liegt nahe der Erdoberfläche, wird also nicht ionisiert. Für die drei anderen Gase ist die Ionisation unterschiedlich, und daher sind auch ihre Leitfähigkeitsmaxima verschieden. Hinzu kommt noch, daß der molekulare Sauerstoff (O_2) in der Heaviside-Schicht in atomaren Sauerstoff (O) dissoziiert wird; da beide sehr unterschiedliche Ionisationsfähigkeiten haben, erklärt sich daraus die unterschiedliche Leitfähigkeit der Schichten in denen O gegenüber O_2 vorherrscht.

Die Ionisationstiefe hängt von der Eindringtiefe der weichen beziehungsweise harten Gammastrahlen und der UV-Strahlung ab. Mit harten Gammastrahlen, die speziell bei chromosphärischen Eruptionen der Sonne vorherrschen und am weitesten in die Atmosphäre eindringen (bis 80...50 km), wird das N_2-O_2-Gemisch mit einem Maximum in etwa 70...80 km ionisiert. Die Elektronendichte ist aber hier bereits gering. Die weichen Gammastrahlen ionisieren den molekularen Sauerstoff (O_2) in etwa 100...120 km Höhe, und die UV-Strahlung ionisiert die N_2-Moleküle mit einem Maximum bei 180...200 km sowie Sauerstoff (O) in 200...300 km. Infolge dieses Verhaltens kann man die Atmosphäre in die *D*-, *E*-, F_1- und F_2-Schicht unterteilen.

Die *D*-Schicht (Stratosphäre) weist nur geringe Ionisation und Elektronendichte *D* auf und wird daher nicht mehr zur eigentlichen Ionosphäre gezählt. In der *E*-Schicht, dem Beginn der Ionosphäre (etwa 80 km Höhe), in der vornehmlich Ozon gebildet wird, steigt die Elektronendichte bis auf $170 \cdot 10^3$ Elektronen je cm^3 an, worauf sie in etwa 140 km Höhe wieder abnimmt; man spricht von einem „Tal", einer toten Zone, die bis etwa 180 km reicht und für die Nachrichtentechnik ein „Loch" darstellt. In den *F*-Schichten (F_1, F_2) erreicht die Ladungsträgerdichte in etwa 300 km Höhe mit über $500 \cdot 10^3/cm^3$ ihren höchsten Wert, während sie in 800...1000 km Höhe wieder auf 10^3 fällt.

Wie schon erwähnt, ist die Ionendichte innerhalb der einzelnen Schichten nicht stabil, sondern mehr oder weniger großen Schwankungen unterworfen. Man unterscheidet Tagesgangänderungen, Abhängigkeit von der Jahreszeit (die wiederum den Tagesgang beeinflussen kann) und langfristige Änderungen, die mit der Sonnenaktivität zusammenhängen, wobei ein Zyklus erhöhter Aktivität etwa alle elf Jahre auftritt. Es gibt aber noch andere Einflüsse, wie beispielsweise die regelmäßigen Dichteänderungen als Folge der Gezeiten. Mondumlauf und Gravitation der Sonne führen in der Atmosphäre zu Gezeitenwirkungen. Infolge der Bewegungen der elektrisch leitenden Teilchen in der Ionosphäre kommt es zur Bildung von Induktionsströmen, deren Magnetfelder sich dem Erdmagnetfeld überlagern und dieses verändern und stören. Kosmische Störungen können Ionosphärenstürme hervorrufen, die zu stärkeren kurzzeitigen Dichteverschiebungen führen.

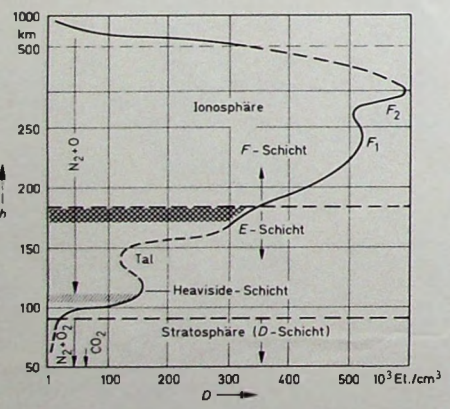


Bild 1. Elektronendichte *D* in Abhängigkeit von der Höhe *h* der Atmosphäre

3. Reaktionen in der Atmosphäre und Ionosphäre

Die atomaren Vorgänge in der Atmosphäre sind sehr vielseitig und komplex. Es seien hier nur die wichtigsten und in bezug auf das Verständnis der Ionosphäre interessanten erwähnt. Durch Absorption der energiereichen UV-Quanten (10^{10} ... 10^{16} Hz) und der Gammastrahlen (10^{22} Hz) in der Atmosphäre werden die für das organische Leben auf der Erde schädlichen Strahlen von der Erde ferngehalten. Die obersten Schichten der Atmosphäre bilden also eine Art biologischen Schutzwall.

Bei der photochemischen Reaktion entstehen als Primär- oder Zwischenprodukte Ionen und photoelektrische Elektronen, die zu der erwähnten Ionen- beziehungsweise Elektronenkonzentration in der Ionosphäre führen und ihre Leitfähigkeit bedingen. Außer Ionen und Elektronen werden noch Positronen und schwere Elektronen (Mesonen) erzeugt, die aber äußerst kurzlebig sind und wiederum in Elektronen und Neutrinos aufgespalten werden. Das Neutrino ist ein elektrisch neutrales Teilchen, das sich mit Lichtgeschwindigkeit fortbewegt.

Bei diesen Vorgängen, die sich in der oberen Atmosphäre abspielen, spielt die Selbstvernichtung und Umwandlung energiereicher Lichtquanten und Elektronen bei Begegnung mit Materie eine große Rolle. Der Ablauf solcher Geschehnisse ist dabei auf 10^{-6} bis

10^{-12} s beschränkt und äußerst komplex. Wesentlich bei allen diesen Prozessen sind die dabei erfolgende Ionisierung der Atmosphäre und die Absorption der biologisch schädlichen Strahlen.

4. Einfluß der Ionosphäre auf den Nachrichtenverkehr

Das für die Nachrichtentechnik wichtigste Phänomen ist die Eigenschaft der Ionosphäre, den Kurzwellenempfang über große Entfernungen hinweg zu ermöglichen, indem elektromagnetische Wellen eines bestimmten Wellenbereichs an ihrer leitenden Schicht reflektiert werden. Durch die Reflexion, bei der der reflektierte Strahl (Welle) mit relativ großem Reflexionswinkel zur Erde zurückgeworfen wird, wird die Reichweite der Kurzwellen beträchtlich vergrößert.

Die Ionosphäre übt auf die im Funkverkehr verwendeten Wellenbereiche verschiedene Wirkungen aus:

Längstwellen (5000 ... 30 000 m) breiten sich zwischen Ionosphäre und Erde, also in der Stratosphäre und in der Troposphäre aus. Sie haben den Vorteil geringer Dämpfungsverluste. Die Ausbreitungsbedingungen werden im allgemeinen weder tages- noch jahreszeitlich beeinflußt, so daß man mit Längstwellen einen ziemlich sicheren Nachrichtendienst aufbauen kann, wovon in der drahtlosen Telegrafie Gebrauch gemacht wird.

Lang- und Mittelwellen (200...5000 m) werden tagsüber bereits in der Stratosphäre stark gedämpft, nachts jedoch erreichen Mittelwellen die untere *E*-Schicht und werden an dieser reflektiert, so daß Mittelwellensender abends und nachts auch über große Entfernungen empfangen werden können[1]).

Kurzwellen (10...200 m) werden teils in der *E*-Schicht absorbiert, teils an der *F*-Schicht reflektiert. Auch hier sind tages- und jahreszeitlich bedingte Einflüsse zu beobachten. Am Tage wird die Ionosphäre bis zu den untersten Schichten ionisiert; nachts erfolgt keine Ionisation der tieferen Schichten, weil dort ein verhältnismäßig hoher Luftdruck herrscht. Die Luftmoleküle können hier die Elektronen, die durch Ionisation freigeworden sind, leicht wieder einfangen und binden (Rekombination).

Nachts sind in der *E*-Schicht Elektronen und Ionen nur noch in geringer Anzahl vorhanden; die meisten haben sich rekombiniert, so daß die Leitfähigkeit der Atmosphäre stark herabgesetzt ist. Die Kurzwelle wird in dieser Schicht nicht mehr reflektiert, sondern lediglich etwas gedämpft und kann bis zur *F*-Schicht vordringen, wo sie mit kleinem Verlust reflektiert wird. Deshalb wird der Kurzwellen-Fernempfang abends von Stunde zu Stunde besser, wobei allerdings noch ausschlaggebend ist, daß eine elektromagnetische Welle um so tiefer in die leitende Schicht eindringt, je kürzer ihre Wellenlänge ist. Das ist damit zu erklären, daß kürzere Wellen erst bei höherer Elektronendichte, längerwellige aber schon bei geringerer reflektiert werden.

Ganz allgemein wird eine von der Erde in die Ionosphäre ausgestrahlte elektromagnetische Welle dann reflektiert, wenn die Dichte der freien Elektronen (beziehungsweise Ionen) und damit die Leitfähigkeit des Ionosphärenplasmas einen ganz bestimmten Wert erreicht. Diesem Wert entspricht die kritische Wellenlänge λ_0. Alle Signale mit größerer als der kritischen Wellenlänge ($\lambda > \lambda_0$) werden reflektiert. Signale mit kürzerer Wellenlänge dringen hingegen weiter ein, bis auch sie wieder in einer höheren Schicht auf eine Reflexionswand stoßen, deren Dichte der kritischen Wellenlänge entspricht.

Um im Kurzwellengebiet oberhalb der Grenzfrequenz $f_0 = \frac{1}{\lambda_0}$ noch Rückspiegelung zu erhalten, darf somit eine höchste zulässige Frequenz $f_{max} = \frac{f_0}{\cos \alpha_0}$ nicht überschritten werden. f_{max} wird im englischen Sprachgebrauch auch mit MUF (Maximal Usable Frequency) bezeichnet. Für große Abstrahlwinkel α_0, also sehr flache Abstrahlung, kann diese Frequenz sehr groß werden; man erreicht dann 2-...3mal so große Reichweiten wie gewöhnlich. Der Strahl kann mitunter sogar von der Erde zur Ionosphäre zurückgeworfen und noch einmal reflektiert werden.

Im Bild 2 ist der Strahlenverlauf von Kurzwellen in der Ionosphäre schematisch dargestellt. Sehr kurze Wellen *1* ($f > f_0$) werden mit entgegengesetzter Krümmung in die Exosphäre reflektiert. Alle anderen ($f < f_0$) werden zur Erde reflektiert. Die Wellen *2* und *3* laufen längs des Ionisationsmaximums *M* der *E*-Schicht und erreichen sehr große Reichweiten, während die Wellen *4* und *5* im unteren Teil *U* der Ionosphäre abgelenkt werden und nur geringe Reichweiten ermöglichen. Zwischen dem Auftreffpunkt und dem Sender *S* liegt die tote Zone, ein Charakteristikum des Kurzwellennachrichtendienstes. Daher ist ein in der Bundesrepublik befindlicher Kurzwellenrichtstrahler (beispielsweise Deutsche Welle) hier kaum, im Auslandsbestimmungsort aber gut zu empfangen. Will man eine ständige Auslandskurzwellenverbindung aufrechterhalten, so muß man die Betriebsfrequenz den jeweils in der Ionosphäre vorhandenen Bedingungen (Dichten) anpassen. Daher wird der Kurzwellennachrichtendienst je nach Tages- und Jahreszeit teils im 15-, teils im 30- und 42-m-Band abgewickelt. Die längeren Wellen werden in niedrigeren, die kürzeren in größeren Höhen (*F*-Schicht) reflektiert.

Ultrakurzwellen (1 ... 10 m) werden nur zum Teil an der höheren Ionosphäre reflektiert, der größte Teil durchdringt sie. Es ist allerdings in letzter Zeit gelungen, Streustrahl-Verbindungen auf UKW über die untere Ionosphäre herzustellen, wie sie in der Troposphäre mit Mikrowellen erreicht werden. Diese troposphärische Vorwärtsstreuung (Forward Scattering) hat in den letzten Jahren für die Übertragung von Signalen im Mikrowellenbereich (3...10 cm) bei relativ hohen Sendeleistungen von 10 kW über große Distanzen an Bedeutung gewonnen.

5. Erforschung der Ionosphäre

Das Eindringen kurzwelliger elektromagnetischer Wellen bis in die oberen Schichten der Ionosphäre ohne Energieverlust läßt sich damit erklären, daß die leichtbeweglichen Elektronen des elektrischen Feldes der in die Ionosphäre eindringenden Radiowellen hin und her bewegt werden. Dabei nehmen sie der eindringenden Welle einen Teil ihrer Energie ab. Eine schwingende Ladung wirkt aber selbst als Miniatursender, der eine Welle in der Schwingfrequenz aussendet. Da diese Schwingfrequenz in Resonanz mit der Radiowelle liegt, wird dieser der größte Teil ihrer zuerst weggenommenen Energie wieder zugeführt; der Rest wird durch Frequenzstreuungen mehr oder weniger verbraucht und verursacht eine geringe Abbremsung.

Wie bereits erwähnt, werden an der ionisierenden Schicht alle ankommenden Wellen mit $f < f_0$ reflektiert; f_0 wird als Plasmafrequenz bezeichnet. Man kann aus der Plasmafrequenz die

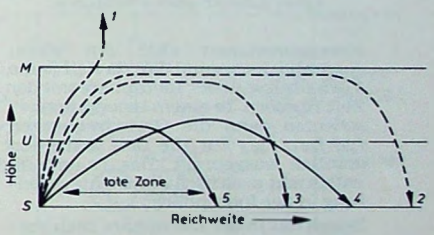


Bild 2 Strahlenverlauf und Reflexion kurzwelliger Signale

Elektronenkonzentration (oder Ionendichte) mit $D = 1{,}25 \cdot 10^{10} \cdot f_0^2$ Ladungsträger je m^3 errechnen, wobei f_0 in MHz einzusetzen ist.

Bei der Erforschung der Ionosphäre in bezug auf ihre Ladungsträgerdichte in verschiedenen Höhen und der damit verbundenen Abhängigkeit der Signalreflexion und der Frequenz bedient man sich im allgemeinen des Prinzips der Echolotung.

5.1. Echolotung

Bei der Echolotung werden wie beim Radar von der Erde aus kurze HF-Impulse in die Ionosphäre abgestrahlt. Der zeitliche Abstand zwischen ausgesandtem und empfangenem Signal ist die Laufzeit, die mit einer Oszillografenröhre gemessen wird. Im Gegensatz zum Radar, bei dem ein Signal mit einer ganz bestimmten Frequenz verwendet wird, werden hier Signale unterschiedlicher Frequenzen in die Ionosphäre gestrahlt. Sie werden entsprechend ihrer kritischen Wellenlänge in verschiedenen Höhen reflektiert, und ihre Echos, die unterschied-

[1]) Dieser Fernempfang von Mittelwellen kann durch Fading beeinträchtigt werden. Ein solcher Schwund wird hervorgerufen durch Schwankungen der Höhe der Reflexionsschichten, wobei die Raumwelle und die Bodenwelle aufeinander einwirken und Feldstärkeschwankungen verursachen. Im Gegensatz dazu sind Langwellen praktisch fadingfrei, da bei ihnen die Bodenwelle dominiert, die aber nur eine Reichweite von etwa 150 km hat.

liche Laufzeiten haben, werden in der Empfangsstelle registriert. Aus der gemessenen Laufzeit eines Signals erhält man dann für eine bestimmte Wellenlänge die Höhe der reflektierenden Schicht der Ionosphäre über der Erde.

Ist die Höhe h der reflektierenden Schicht beispielsweise 120 km, so kommt jeder einzelne Impuls nach $t = \frac{h}{c} \cdot 2 = 80 \cdot 10^{-8}$ s als Echo zur Erde zurück und kann in einem neben dem Sender angeordneten Empfangssystem aufgenommen werden. Schreibt man nun automatisch die Höhe der Reflexionsstelle h als Funktion der Frequenz f_o auf, so erhält man ein sogenanntes Ionogramm (Bild 3). Es stellt

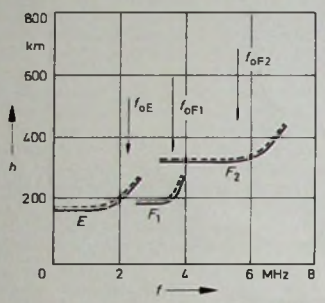


Bild 3 Höhe der Reflexionsstellen in Abhängigkeit von der Frequenz (Ionogramm); durchgezogene Linien sind ordentliche, gestrichelte Linien außerordentliche Reflexionen

strenggenommen aber nur einen Augenblickszustand dar, da sich ja die Verhältnisse in der Ionosphäre mit der Zeit t ändern. In einem Ionogramm erscheinen dann die Grenzfrequenzen f_{oE}, f_{oF1}, f_{oF2} für die drei Schichten deutlich ausgeprägt. Das Diagramm entspricht praktisch der Dichteverteilung in der Ionosphäre.

Durch das in der Ionosphäre noch vorhandene Erdmagnetfeld tritt allerdings noch eine Doppelbrechung auf. Eine einfallende Welle spaltet sich in zwei Wellen auf, die mit verschiedenen Geschwindigkeiten laufen und dementsprechend verschiedene Brechungsindizes haben. Beide Wellen, die ordentliche und die außerordentliche, werden somit in verschiedenen Höhen reflektiert, so daß man im Ionogramm normalerweise zwei Grenzfrequenzen für jede Schicht feststellen kann, die allerdings meistens nahe beieinanderliegen. In den letzten Jahren ging man dazu über, die Meßmethode der Echolotung und der ihr verwandten Absorptions-Untersuchung (Messung der Absorption der Welle als Funktion der Wellenlänge) durch eine erst in den letzten Jahren durch die Weltraumfahrt möglich gewordene direkte Beobachtung und Messung zu ergänzen, die sich besonders für die Erforschung der höheren Schichten als sehr nützlich erwiesen haben.

5.2. Direkte Beobachtung und Messung

Es handelt sich hierbei um Raketen- und Satellitenexperimente der Ionosphärenforschung. Da solche Untersuchungen einen erheblichen Kostenaufwand erfordern, können sie nur gelegentlich als Ergänzung der Bodenmeßmethoden angewandt werden. Bei diesen Experimenten wird eine Rakete mit einem Empfänger ausgerüstet, der sich automatisch hintereinander auf verschiedene Sendefrequenzen einstellt und dabei die Feldstärken in verschiedenen Schichten mißt. Ein derartiges Gerät wird als Radiospektrometer bezeichnet. Da die Verringerung der Feldstärke in der Ionosphäre eine Folge der Dämpfung ist, kann man aus der Dämpfung ein Profil der Elektronendichte D ermitteln und aufzeichnen.

Mit Hilfe der direkten Beobachtung war es auch möglich, mehr Informationen über den Knick im Profil des Elektronendichtediagramms (s. Bild 1), das sogenannte Tal, zu erhalten, das bisher Echomessungen nicht zugänglich war, aber für die Nachrichtentechnik von Wichtigkeit ist. Gerade jetzt, wo man mit Hilfe von erdgebundenen herkömmlichen Methoden und Raketen- und Satellitenverfahren die Ionosphäre genauestens erforschen kann, bahnt sich mit dem Kurzwellenverkehr über Synchronsatelliten eine neue Entwicklung an, die unaufhaltsam fortschreitet.

Für Werkstatt und Labor

Reparatur-Set für Cassetten-Recorder

Voraussetzung für einen ordnungsgemäßen Service an Cassetten-Recordern ist der Einsatz geeigneter Hilfsmittel. Als Grundausstattung werden vor allem ein Drehmoment-Meßgerät und eine Meßcassette mit DIN-Bezugsband-Eigenschaften benötigt. Beides bietet *ITT Schaub-Lorenz* dem Fachhandel jetzt als preisgünstiges Set an.

Das direktanzeigende Drehmoment-Meßgerät „DMM-3" kann je nach Recordertyp entweder bei hochgeklappter Cassettenabdeckung oder durch das entfernte Cassetten-Sichtfenster auf die Spindeln gesetzt werden. Fehler in der Bandtransportmechanik werden sicher erkannt.

Die Meßcassette enthält vier verschiedene Aufzeichnungen in Vollspur zum Abgleich von Mono- und Stereo-Recordern. Man benötigt sie für die Kopfjustage, zur Ermittlung des Bezugspegels, zur Beurteilung der Tonhöhenschwankungen sowie für die Geschwindigkeitskontrolle des Laufwerks. Aufgezeichnet sind

▶ $f = 6300$ Hz ±1%, Spaltstellung 90° ±2'; Pegelabweichung ±2 dB gegenüber dem Pegel der 333-Hz-Aufzeichnung;

▶ $f = 333$ Hz ±1%, Bandfluß 25 nWb/m ±0,5 dB (entsprechend −20 dB gegenüber dem Pegeltonteil des DIN-Bezugsbandes 4,75);

▶ $f = 3150$ Hz ±0,5%, Pegelabweichung ±1 dB gegenüber dem Pegel der 333-Hz-Aufzeichnung (Tonhöhenschwankungen nach DIN 45 507 bewertet 0,03%, unbewertet 0,06%);

▶ $f = 50$ Hz zur oszillografischen Geschwindigkeitskontrolle mit Lissajous-Figuren.

Flexible Permanentmagnete in Bandform

Unter der Markenbezeichnung „Plastiform" bietet *3M Deutschland* flexible Permanentmagnete in Bandform als Typ „MGO 1016" ohne Kleber und als Typ „MGO 1017" mit druckhaftendem Kleber auf einer Seite an. Bei diesen Bändern werden nach einem besonderen Herstellungsverfahren Bariumferrite in das Trägermaterial eingebettet und vor der Endmagnetisierung ausgerichtet. Die wichtigsten Daten sind in Tab. I zusammengefaßt. Das Material ist vielseitig anwendbar; es kann gebogen, gedreht und gezogen werden, ohne daß sich die magnetische Energie verringert. Ebenso läßt es sich

Tab. I. Technische Daten „MGO 1016" und „MGO 1017"

Magnetische Energie	10^6 GsOe
Magnetische Abrutschkraft von poliertem Stahl	35 g cm^{-2}
Magnetische Abzugskraft	70,4 g cm^{-2}
Anfangsabzugskraft auf poliertem Stahl	55,8 g/mm Breite
Anwendungsbereich	−45 ... +80 °C
Maximale Klebekraft des Klebers	4,6 kg cm^{-2}
Kleberdicke mit Liner	≈ 0,13 mm

gut unregelmäßigen Oberflächen anpassen, ohne zu knicken oder sich zu lösen. Es widersteht Erschütterungen und starken Stößen und wird auch bei niedrigen Temperaturen nicht spröde, brüchig oder entmagnetisiert. Mit Schere oder Messer ist es leicht schneidbar. Anwendung kann „Plastiform" beispielsweise finden im Apparatebau, in der Montage und in der Werkstatt, im Maschinenbau oder bei optischen Erzeugnissen. „MGO 1016" ist in 12, 19 und 25 mm, „MGO 1017" in 12, 19, 25, 50 und 200 mm Breite lieferbar.

„Cyanolit"-Kleber

Der „Cyanolit"-Kleber (Vertrieb: *Neumüller GmbH*, München) ist ein schnell aushärtender Ein-Komponenten-Spezialkleber, der sich für alle kleinflächigen Verbindungen eignet, bei denen extrem kurze Abbindezeiten (wenige Sekunden oder Minuten) gefordert werden. „Cyanolit" klebt Metalle, Glas, Natur- und Kunstkautschuk, Holz und fast alle Kunststoffe.

„teslanol"-Sprays

Der *Induchem-Vertrieb*, Hamburg, hat in der „teslanol"-Serie vor kurzem zwei Spezial-Sprays herausgebracht. Beim „teslanol 3" mit Kriech- und Antistatikwirkung handelt es sich um ein hochwertiges Schmiermittel mit Kapillareffekt und intensiver Kriechwirkung. Es ist staubabweisend, plastikneutral, harz- und säurefrei und hält hohen Druck aus.

Das Löt-Spray „teslanol 12" ist ein Spezial-Spray für Weichlot, das den Zinnfluß fördert und Lötbahnen schonend reinigt. „teslanol 12" wirkt gleich gut im feuchten und trockenen Zustand; außerdem trocknet es in wenigen Minuten. Platinen können daher vorbehandelt und trocken bearbeitet werden. Mit Spiritus läßt es sich leicht entfernen. Das Löt-Spray ist plastikneutral und enthält keine schädlichen Säurebestandteile.

H. SCHREIBER

Störfester Eichfrequenzempfänger

Der im folgenden beschriebene Empfänger wurde als Zusatz zu einem Digital-Frequenzmesser entwickelt. Er empfängt den Sender Droitwich (200 kHz) und liefert nach Verfünffachung mit synchronisiertem Oszillator oder Phasenregelkreis ein Sinus- oder Rechtecksignal von 1 MHz mit einer um mehrere Größenordnungen höheren Genauigkeit als ein Quarzoszillator vergleichbaren Aufwandes. Für die vorgesehene Anwendung sind Empfangs- oder Begrenzerschaltungen mit Kondensatorkopplung nicht verwendbar, da hier bei starken Impulsstörungen ein Gleichrichtereffekt am Eingang des Verstärkerelements auftritt. Die dabei entstehende Aufladung der Koppel- oder Entkopplungskondensatoren sperrt den Empfang während einer Dauer, die zwar kaum 1 ms übersteigt (bei Schwebungs- oder Lissajous-Vergleich ohne Bedeutung), aber damit schon das Zählergebnis unbrauchbar macht.

Empfangsschaltung

Jede der zwei direkt gekoppelten Stufen des Empfängers (Bild 1) enthält einen Transistor in Kollektor-*(T 1, T 3)* und einen in Emitterschaltung *(T 2, T 4)*. Basis und Kollektor von *T 1* liegen auf demselben Gleichstrompotential.

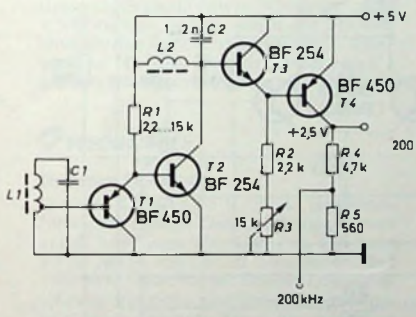


Bild 1. Schaltung des Eichfrequenzempfängers

Die Speisespannung (Kollektor-Emitter) ist daher mit der Basisschwellenspannung (etwa 0,6 V) identisch und kann direkt zur temperaturkompensierten Basisvorspannung für *T 2* verwendet werden. Dazu genügt es, *R 1* so zu wählen, daß der Kollektorstrom von *T 2* etwa 0,5 mA beträgt. Der Wert von *R 1*, der mit dem Verhältnis der Stromverstärkungen B_2/B_1 der Transistoren steigt, ist bei gut erkalteten Lötstellen zu ermitteln, da die Temperaturdrift nur bei Temperaturgleichheit an *T 1* und *T 2* kompensiert wird. Dem Schwingkreis im Kollektor von *T 2* folgt eine zu *T 1, T 2* komplementäre Schaltung *(T 3, T 4)*, die jedoch mit Widerstandslast arbeitet. Die Unterteilung des Lastwiderstandes *(R 4, R 5)* ergibt ein 200-kHz-Signal von etwa 0,2 V_{eff} mit geringem Quellenwiderstand. Um eine Rückwirkung auf die Ferritantenne zu vermeiden, sollte die aus der Abschirmung des Empfängers herausgeführte 200-kHz-Spannung nicht höher als 0,2 V_{eff} sein.

Für *L 1* wurde eine handelsübliche Ferritantenne (20 cm) verwendet. Die MW-Spule ist abzunehmen; bei der LW-Spule soll die Anzapfung bei etwa $^1/_4$ der Windungszahl liegen. Der Anschluß an die Basis von *T 1* kann über ein mehrere Meter langes Autoantennenkabel erfolgen. Dadurch ist es möglich, die Antenne an einem günstigen Ort aufzustellen, wobei jedoch die Kabelkapazität bei der Ermittlung von *C 1* zu berücksichtigen ist. Für *L 2* kann eine mit einem der Resonanzfrequenz entsprechenden Kondensator *C 2* beschaltete AM-ZF-Spule guter Qualität verwendet werden. Bei einem Wert für *C 2* von 1 nF eignet sich ein Schalenkern 14 × 8 mm (Ferritmaterial „3 H I" oder „N 28", A_L-Wert 160 nH/w²), mit 63 Windungen Kupferlitze 20 × 0,05 mm.

Nach Einstellen auf symmetrische Amplitudenbegrenzung *(R 3)* liefert der Empfänger bei bis etwa 600 km Entfernung vom Sender ein Signal (Bild 2), in dem die Amplitudenmodulation auf ein kaum mehr erkennbares Maß begrenzt wurde. Bei schlechten Empfangsverhältnissen (oder schlechten Spulengüten) kann eine weitere Stufe hinzugefügt werden. Dazu ersetzt man *R 4, R 5* durch einen Schwingkreis ähnlich *L 2, C 2*, aber mit Mittelabgriff. An diesen legt man die Komplementärstufe zu der im Bild 1 dargestellten Stufe *T 3, T 4*. Der hinzugefügte Schwingkreis bewirkt eine stärkere Rückwirkung zur Basis von *T 3*, weshalb diese an eine Mittelanzapfung von *L 2* zu legen ist. Eine weitere Verringerung der Rückwirkung erhält man, wenn man auch die Kollektoren von *T 2* und *T 4* an den Spulenabgriff legt. Darüber hinaus ist die Schaltung so aufzubauen, daß die Schaltkapazitäten zwischen Kollektor und Basis von *T 2* und *T 4* gering bleiben.

Bei zu starker Rückwirkung entstehen Eigenschwingungen, die jedoch schlecht als solche zu erkennen sind, da sich die Form der Ausgangsspannung kaum von der im Bild 2 dargestellten unterscheidet. Ihr Vorhandensein kann aber als sicher angenommen werden, wenn sich die Ausgangsamplitude bei Drehen der Antenne nicht verändert. Solange der Empfänger noch nicht abgeschirmt ist, muß die Entfernung zur Ferritantenne mindestens 50 cm betragen. Die Ablenkplatten der Oszillografenröhre erzeugen ebenfalls ein Feld, das auf die Ferritantenne rückwirken kann.

Frequenzverfünffachung

Die Referenzschwingung von 1 MHz erzeugt der Oszillator *T 5* (Bild 3), der durch Ankopplung über den Kondensator *C 3* mit der vom Empfänger zugeführten Frequenz synchronisiert wird. Die erhaltene Störfestigkeit ist für die

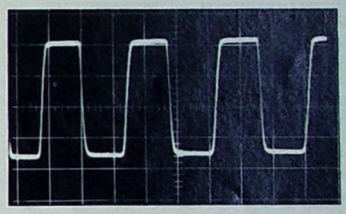


Bild 2. Referenzsignal am Empfängerausgang

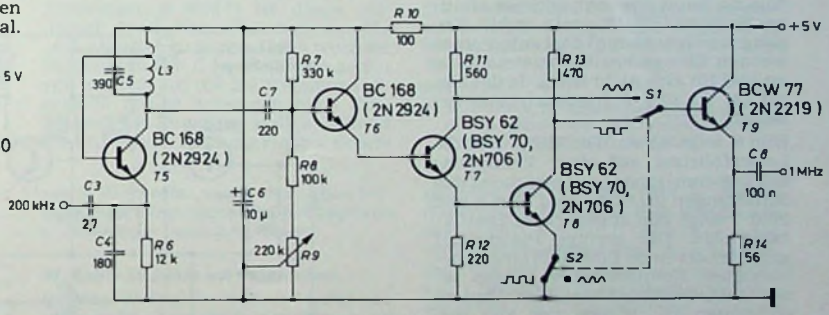


Bild 3. Schaltung des Frequenzverfünffachers

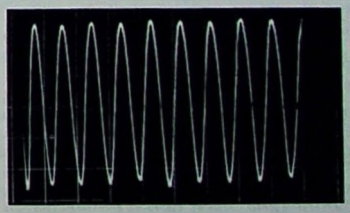


Bild 4. Verstärktes Signal des 1-MHz-Oszillators bei starker Synchronisation

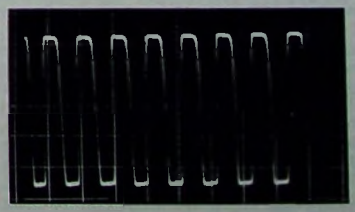


Bild 5. Amplitudenbegrenztes 1-MHz-Signal

Praxis ausreichend, kann jedoch bei Verwendung des nachstehend beschriebenen phasengeregelten Quarzoszillators wesentlich verbessert werden. Die synchronisierte Schwingung gelangt über den Emitterfolger *T 6* zur Basis von *T 7*, an dessen Kollektor ein oberwellenarmes Signal (Bild 4) von etwa 0,5 V_{eff} liegt. Durch Begrenzung im Transistor *T 8* kann auch ein etwa rechteckförmiges Signal mit 2 V Spitzenamplitude erzeugt werden (Bild 5). Das Tastverhältnis wird mit *R 9* so eingestellt, daß man einen etwa gleichen Anteil an gerad- und ungeradzahligen Harmonischen erhält. Die Endstufe *T 9* kann entfallen, wenn kein besonders niederohmiger Ausgangswiderstand erwünscht ist. Der Stromverbrauch beträgt dann nur noch etwa 20 mA.

Für die Spule *L 3* dient ein Spulenkörper von 8 mm Durchmesser mit 120 Windungen (Abgriff bei 20 Windungen) Litzendraht 10 × 0,05 mm. Es ist vorteilhaft, nicht in Lagen, sondern mit fortschreitender Überlagerung der Windungen zu wickeln. Nach Anschalten des Verfünffachers an den Empfänger ist dieser zunächst durch Kurzschließen von *C 1* stillzulegen. Dann wird der Kern von *L 3* auf eine Schwingfrequenz von 1 MHz abgestimmt. Die Form der nichtbegrenzten Ausgangsspannung kann, wenn erwünscht, durch Verändern des Wertes von *C 4* verbessert werden.

Die Betriebsspannung von 5 V steht in den meisten Frequenzzählern zur Verfügung, kann aber nur nach sorgfältiger Siebung (HF-Drosseln und Durchgangskondensatoren) dort entnommen werden. Eine geregelte Speisequelle ist an und für sich nicht nötig, da das Gerät bei 5 ... 10 V zufriedenstellend arbeitet.

Bild 6 zeigt einen Vorschlag für die Leiterführung auf einer Printplatte mit 5,08-mm-Raster, entsprechend den Schaltungen im Bild 1 und Bild 3, und Bild 7 zeigt den zugehörigen Bestückungsplan. Der geringe Platzbedarf gestattet oft einen Einbau in einen vorhandenen Frequenzzähler, wobei jedoch auf sehr sorgfältige Abschirmung zu achten ist. Wegen der von den Schaltkreisen und Glimmröhren verursachten Störungen ist es notwendig, die Ferritantenne in einiger Entfernung aufzustellen.

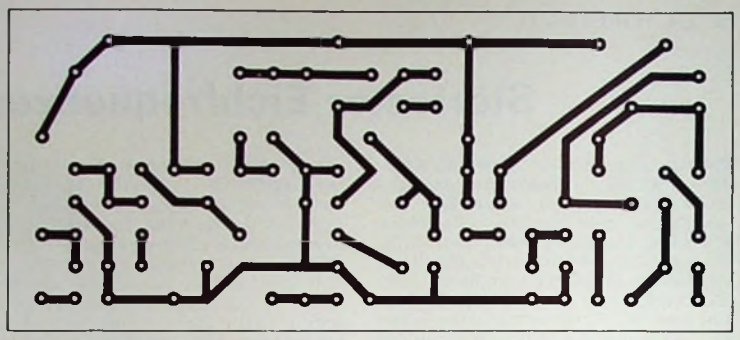


Bild 6. Leiterplatte für den Empfänger und den Verfünffacher (Maßstab 1:1)

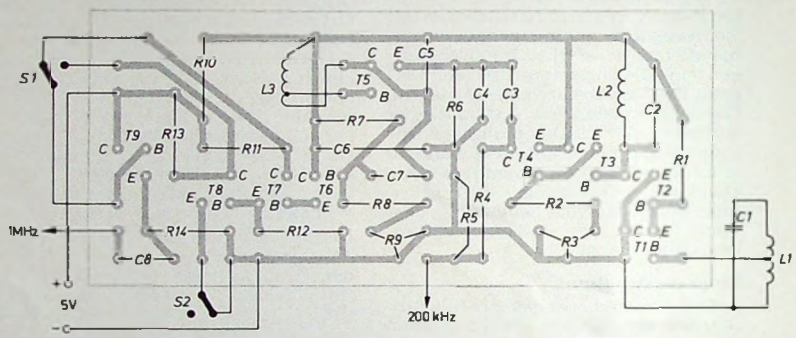


Bild 7. Bestückungsplan für die Leiterplatte nach Bild 6

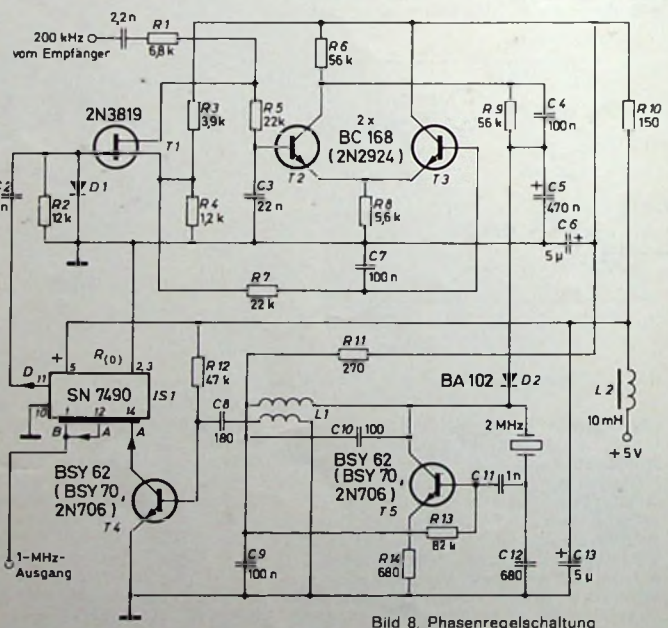


Bild 8. Phasenregelschaltung

Frequenzstabilisierung durch Phasenregelkreis

In der Schaltung nach Bild 8 wird eine 2-MHz-Schwingung mit Hilfe des mit einem Quarz abgestimmten Oszillators *T 5* erzeugt. Über die Trennstufe *T 4* gelangt das Signal an den Eingang einer Zähldekade, nach deren erster Binärstufe man die Frequenz 1 MHz in einer Spannungsform erhält, die unmittelbar an weitere Digitalschaltkreise weitergeleitet werden kann. Nach der 1 : 5-Teilung in der Dekade erhält man am Ausgang *D* ein 200-kHz-Signal, das zusammen mit dem vom Empfänger gelieferten 200-kHz-Signal zu einer Phasenvergleichsschaltung mit dem Feldeffekttransistor *T 1* geführt wird, dessen Gatevorspannung durch Gleichrichtung des Steuersignals an *D 1* und durch den Spannungsteiler *R 3*, *R 4* erzeugt wird. Seine Sperrspannung U_P soll 2,5 ... 5 V betragen; bei niedrigeren Werten ist *D 1* wegzulassen. Gespeist wird *T 1* mit der am Empfängerausgang verfügbaren Spannung von 0,2 V_{eff}. Diese Wechselspannungsspeisung ist möglich, da beim Feldeffekttransistor Source und Drain ohne Einfluß auf die Kenndaten vertauscht werden können. Die Drainamplitude muß jedoch so niedrig bleiben, daß die Gatediode nie leitend wird.

Während der positiven Halbwellen der Wechselkomponente der Gatespannung wirkt die Source-Drain-Strecke als Kurzschluß. Je nach Phasenlage zwischen Drain- und Gatespannung entsteht damit am Drain eine gegen Source positive oder negative Gleichspannung. Sie wird dem Differenzverstärker *T 2*, *T 3* zugeführt, der die Sourcespannung mit der Drainspan-

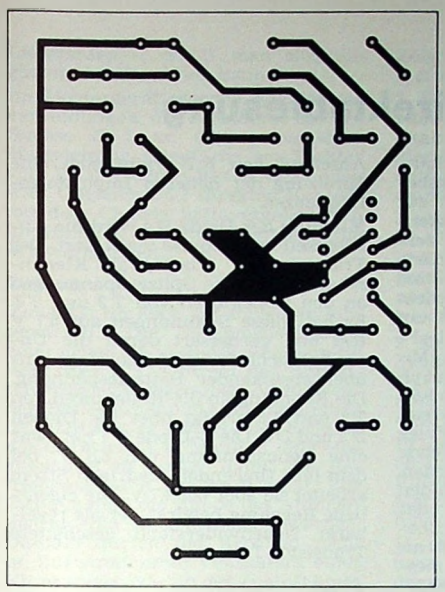


Bild 9. Leiterplatte für die Phasenregelschaltung (Maßstab ◄ 1:1)

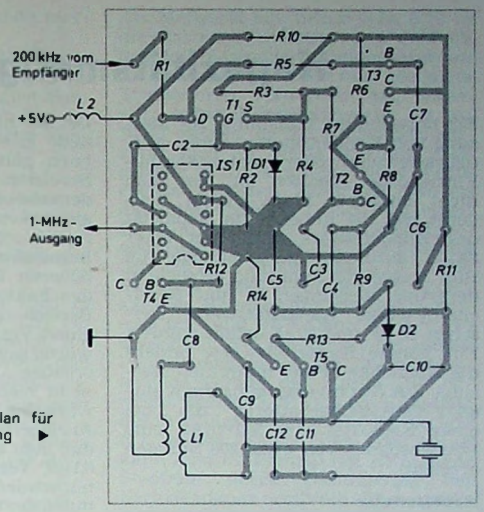


Bild 10. Bestückungsplan für die Phasenregelschaltung ►

nung vergleicht. Nach Phasenkorrektur durch *R 9*, *C 4* gelangt das verstärkte Nachstimmsignal an die Kapazitätsdiode *D 2*. Sie bildet mit *L 1* und *C 10* einen Schwingkreis, der es erlaubt, die Frequenz des Quarzoszillators um mehr als $\pm 10^{-5}$ nachzustimmen. Der Regelkreis bewirkt somit ein starres Verhältnis zwischen Referenz- und Oszillatorfrequenz. Sein Fangbereich beträgt etwa 0,1 % der Sollfrequenz. Außerhalb dieses Bereiches liegende Signale sowie Störungen sind wirkungslos, selbst wenn sie stärker sind als das Referenzsignal; ihr Mittelwert ist Null, da sie dem Drain von *T 1* als Wechselspannungen zugeführt und als solche durch *C 5* ausgefiltert werden.

Für die Kollektorwicklung von *L 1* gelten die gleichen Daten wie für *L 3* im Bild 3. Die Ankopplung an die Basis von *T 4* erfolgt über etwa 10 Windungen. Bild 9 zeigt einen Vorschlag für die Printplatte und Bild 10 den Bestückungsplan. Nach Anschluß an den Empfänger (s. Bild 1) ist dieser zunächst durch Kurzschließen von *C 1* außer Betrieb zu setzen. Dann wird der Spulenkern von *L 1* (s. Bild 7) so genau wie möglich auf die Sollfrequenz eingestellt. Einige Sekunden nach Einschalten des Empfangs stellt sich dann die Phasenverriegelung ein. Sie arbeitet selbst bei schwachen Signalen und erheblicher Amplitudenmodulation zufriedenstellend.

Das beschriebene Verfahren gestattet auch das Auswerten der Trägerfrequenzen anderer Langwellensender, wie beispielsweise Allouis (Programm France Inter) auf 163,840 kHz ($10 \cdot 2^{14}$ Hz) [1]. Diese Frequenz läßt sich sehr leicht mit Binärzählern teilen und eignet sich daher besonders gut als Referenz für Uhren. Eine damit betriebene Digitaluhr zeigte nach einem Jahr eine Abweichung von nur 1 s.

Schrifttum

[1] Schreiber, H.: Eichfrequenzempfänger für den Abgleich von Quarzuhren. FUNK-TECHNIK Bd. 27 (1972) Nr. 2, S. 58

Persönliches

G. Kraus 60 Jahre

Direktor Günther Kraus, Geschäftsführer der *Gossen GmbH*, Erlangen, wurde am 25. Juni dieses Jahres 60 Jahre. Seit mehr als 40 Jahren steht er im Berufsleben. Seit 1967 ist er Sprecher der *Gossen*-Geschäftsführung. Vertriebs- und Entwicklungsaufgaben liegen Direktor Kraus besonders am Herzen.

W. Kloepfer 40 Jahre bei SEL

Am 24. Mai 1973 beging Dr.-Ing. Walter Kloepfer, Leiter der Entwicklung Mobilfunk- und Funkanlagen bei *SEL*, sein 40jähriges Dienstjubiläum. Der junge Diplomingenieur kam 1933 zur *C. Lorenz AG*, einer Stammfirma der heutigen *SEL*. Er arbeitete zunächst als Laboringenieur und baute ein Entwicklungslabor für Flugzeug-Bordfunkgeräte, Navigationsempfänger und Spezialsender auf. Besondere Verdienste erwarb er sich beim Wiederaufbau nach dem Kriege. Seine fachlichen Fähigkeiten schlugen sich unter anderem in 29 Patenten und in zahlreichen wissenschaftlich-technischen Publikationen von grundlegender Bedeutung nieder.

W. Kahle 25 Jahre bei Telefunken

Direktor Wilhelm Kahle, Leiter des Vertriebs Inland der *Telefunken Fernseh und Rundfunk GmbH*, Hannover, konnte am 2. Juni 1973 auf eine 25jährige Tätigkeit bei *Telefunken* zurückblicken. Kahle, der ehrenamtlich Vorstands- und Beiratsmitglied des Fachverbands Rundfunk und Fernsehen im ZVEI ist und im Vorstand des Fachverbands als stellvertretender Vorsitzender für das Gebiet Messen und Ausstellungen verantwortlich zeichnet, leitet außerdem die Fachabteilung Tonbandgeräte des Verbands. Über seinen beruflichen Werdegang und seine Verdienste um die deutsche Rundfunk- und Fernsehwirtschaft haben wir anläßlich seines 50. Geburtstags im Heft 9/1973 berichtet.

G. Otte trat in den Ruhestand

Am 30. Juni 1973 trat Diplomvolkswirt Dr. Gerhard Otte nach mehr als 41jähriger Tätigkeit für den Rundfunk- und Fernseh-Großhandel in den Ruhestand. Er hat sich, zuletzt als Geschäftsführer des Verbandes Deutscher Rundfunk- und Fernseh-Fachgroßhändler (VDRG), um die deutsche Radio- und Fernsehwirtschaft als ehrlicher Makler zwischen Fachgroßhandel und Industrie sowie Facheinzelhandel verdient gemacht. Im Rahmen der VDRG-Hauptversammlung am 17. Mai 1973 in Baden-Baden verabschiedete der Erste Vorsitzende des VDRG, Erich Ströhlein, den verdienten Geschäftsführer und sprach ihm den Dank und die Anerkennung des VDRG aus. – Nachfolger in der Geschäftsführung des VDRG ist Diplomkaufmann Dieter Schabacker; er nimmt seine Tätigkeit als Verbandsgeschäftsführer am 1. Juli 1973 auf.

Ehrungen auf dem Internationalen Fernsehsymposium 1973 Montreux

Im Rahmen des Internationalen Fernsehsymposiums 1973 Montreux wurden auch in diesem Jahr wieder um die Entwicklung des Fernsehens besonders verdiente Persönlichkeiten geehrt. Im Rahmen eines Empfangs im Schloß Chillon erhielten diese lobende Auszeichnung Bernard D. Loughlin (Vice-President for Research at *Hazeltine Corporation*), Prof. Joseph Polonsky (Directeur Technique, *Thomson – CSF*), Dr. Hans Rindfleisch (ehem. Technischer Direktor des Norddeutschen Rundfunks) und Dipl.-Ing. Joseph Sliškovic (Technischer Fachjournalist, Wien). Mit der Ehrung von J. Sliškovic unterstreicht die Leitung des Internationalen Fernsehsymposiums nicht nur die Bedeutung der Fachpresse als Mittlerin der wissenschaftlichen und technischen Entwicklung, sondern gibt mit dieser ersten Auszeichnung eines Fachjournalisten auch dem Dank an die Presse für die stete Förderung des Symposiums von Montreux Ausdruck.

Kapazitätsmeßgerät mit Direktablesung

Ein notwendiges Hilfsmittel zur Messung von Kondensatoren, deren Aufdruck verwischt oder in einem Spezial-Firmencode gehalten ist, den man nicht entziffern kann, ist ein Meßgerät, das die unbekannte Kapazität des Kondensators direkt an einer Skala abzulesen gestattet. Die im Bild 1 gezeigte Schaltung ermöglicht derartige Messungen in fünf Bereichen, wobei Kapazitätswerte zwischen 15 pF und 10 µF erfaßt werden. Für höhere Kapazitätswerte besteht die Möglichkeit einer indirekten Messung. Zur Stromversorgung dient eine 8,4-V-Quecksilberbatterie, die bei einer Kapazität von 500 mAh eine Betriebsdauer von etwa 200 Stunden erreicht.

Arbeitsweise

Die Schaltung besteht im Prinzip aus einem astabilen Multivibrator mit den Transistoren *T 2* und *T 3*, bei dem das Tastverhältnis der gelieferten Impulsfolge durch das Kapazitätsverhältnis von der mit dem Schalter *S 1a* wählbaren Vergleichskapazität zu der an den Klemmen *Bu 4* und *Bu 5* angeschlossenen unbekannten Kapazität bestimmt ist. Die Impulsfolge wird am Kollektor von *T 3* abgegriffen und über den zur Entkopplung dienenden Emitterfolger *T 4* zunächst einem Tiefpaßfilter *R 12, C 5* und dann dem Anzeigegerät – einem Drehspulinstrument mit 100 µA Vollausschlag – zugeführt. Die Anzeige des Instruments ist dem Tastverhältnis des Signals proportional. Stimmen die Kapazitäten von Vergleichskondensator und Meßobjekt überein, dann ist das Tastverhältnis 50 %, und der Zeiger des Instruments steht in der Mitte der Skala. Eine größere Kapazität des zu messenden Kondensators hat ein geringeres Tastverhältnis zur Folge, eine kleinere ein höheres. Der sinnvoll ausnutzbare Bereich für das Tastverhältnis ist 0,1...10. Die entsprechenden Punkte auf der Skala liegen links und rechts in gleichem Abstand von der Mitte, also vom Anzeigewert „1".

Da die hier beschriebenen Verhältnisse in einem weiten Kapazitätsbereich gültig sind, braucht man zur Bereichswahl nur die Vergleichskondensatoren umzuschalten. Der Vergleichskondensator *C 4* für den niedrigsten Meßbereich liefert eine Impulsbreite von etwa 60 µs. In jedem höheren Bereich ist sie jeweils um den Faktor 10 größer. Nur der 1-µF-Bereich macht eine Ausnahme. Mit einem Vergleichskondensator von 1 µF würde sich eine Impulsbreite von 0,6 s ergeben – ein Wert, den der Tiefpaß nicht mehr glätten kann; die Folge wäre eine im Impulstakt schwankende Anzeige. Das wird dadurch vermieden, daß man auch für diesen Bereich den 0,1-µF-Vergleichskondensator des nächstniedrigeren Bereichs mitbenutzt, der eine Impulsbreite von 60 ms liefert. Die Ladezeit für den zu messenden Kondensator wird dabei jedoch mit dem Schalter *S 1b*, der mit *S 1a* gekuppelt ist, durch Umschaltung des Ladewiderstandes von 1 MOhm auf 100 kOhm um den Faktor 0,1 verkleinert. (Der Wert von 100 kOhm für *R 6* ist aber noch nicht genau; der endgültige Wert wird erst bei der Eichung festgelegt.)

Stehen *S 1a, S 1b* in der Stellung *1*, dann kann ein externer Vergleichskondensator an den Klemmen *Bu 2* und *Bu 3* angeschlossen werden. Gleichzeitig ist über *S 1b* als Ladewiderstand das Potentiometer *R 7* eingeschaltet und gestattet die Einstellung der Impulsfolgefrequenz. Das Tastverhältnis wird wiederum durch einen an den Klemmen *Bu 4* und *Bu 5* angeschlossenen Kondensator bestimmt. Der Einstellbereich ist durch *R 8* begrenzt. Dieser Widerstand kann entweder nach den im Abschnitt „Eichung" beschriebenen Gesichtspunkten gewählt oder entsprechend den Wünschen des Benutzers festgelegt werden. In keinem Fall sollte *R 8* jedoch kleiner als 27 kOhm sein. Das logarithmische Potentiometer *R 7* wird so angeschlossen, daß sich bei Drehung im Uhrzeigersinn eine schnellere Impulsfolge ergibt. Bei umgekehrtem Anschluß von *R 7* ergibt sich eine Spreizung der höheren Impulsfolgefrequenzen.

Mit Hilfe der Diode *D 4* wird die Anstiegszeit der Impulse verbessert. Der Transistor *T 1* arbeitet als Klemmschaltung für die Spitzenspannungen an den Kollektoren von *T 2* und *T 3*. Er hält diese Spannungen auf 5,7 V fest und verbessert damit die Unempfindlichkeit des Meßgeräts gegenüber absinkender Batteriespannung. Die Kopplung an die Kollektoren von *T 2* und *T 3* erfolgt über die Dioden *D 2* und *D 3*. Die Z-Diode *D 1* hat zwar eine Nennspannung von 6,8 V, bei dem hier fließenden niedrigen Strom arbeitet sie aber bei 4,7 V. Die eigentliche Regelung bewirkt der als regelbarer Nebenwiderstand geschaltete Transistor *T 1*.

Aufbau

Für den Einbau des Kapazitätsmeßgeräts eignet sich jedes aureichend große Gehäuse. Der größte Teil der Schaltung läßt sich auf einem kleinen Lochraster-Pertinaxbrettchen oder auf einer entsprechend geätzten Platine unterbringen, die direkt an den Anschlußschrauben des Anzeigeinstruments befestigt wird. Um unerwünschte Streukapazitäten zu vermeiden, ist es günstig, einige Widerstände, die man an sich gern einstellbar gemacht hätte, als Festwiderstände auszusuchen und fest einzulöten. Ihre Anschlußdrähte sollten nicht zu kurz sein, damit sich die Widerstandswerte beim Löten nicht ändern. Das betrifft vor allem die Widerstände *R 6* und *R 12*. Möchte man sie dennoch einstellbar halten, dann empfiehlt sich für *R 6* die Kombination aus einem Festwiderstand von 91 kOhm mit einem Regelwiderstand von 25 kOhm sowie 27 kOhm fest und 50 kOhm einstellbar für *R 12*.

Manchmal treten Schwierigkeiten mit den Transistoren 2N3707 und der Z-Diode 1N710 auf. Es ist deshalb zweckmäßig, mehrere davon zur Hand zu haben – möglichst von verschiedenen

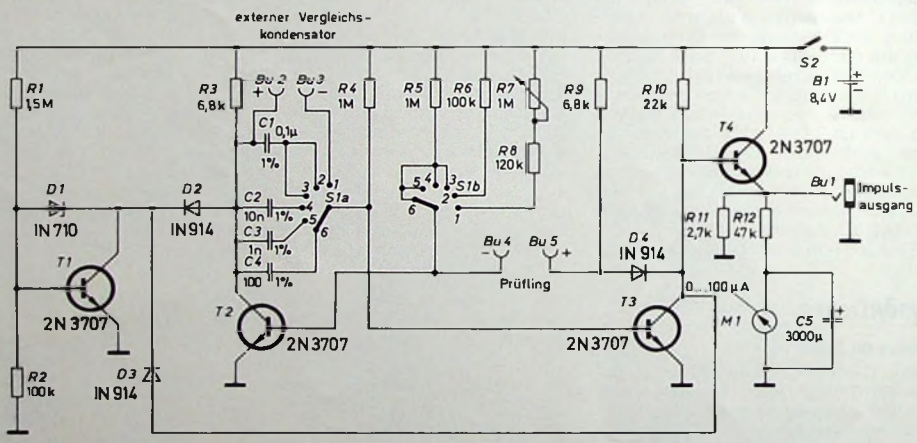


Bild 1. Schaltung des Kapazitätsmeßgeräts für Kapazitäten zwischen 15 pF und 10 µF

Lieferanten –, damit man sich die günstigten aussuchen kann.

Im Mustergerät wurden alle Masseverbindungen, mit Ausnahme der der Buchse *Bu 1*, an eine gemeinsame Masseleitung gelegt, die am Emitter von *T 3* mit dem Chassis verbunden war. Obgleich *Bu 1* direkten Kontakt mit dem Chassis hatte, ergaben sich im Hinblick auf Erdschleifen keine Schwierigkeiten.

Eichung

Zunächst sei noch auf folgendes hingewiesen: Die Klemmenspannung einer neuen 8,4-V-Quecksilberbatterie liegt über 9 V. Obwohl das Kapazitätsmeßgerät gegenüber nachlassender Batteriespannung unempfindlich ist, empfiehlt es sich, vor der Eichung das Gerät etwa 15 Minuten lang eingeschaltet zu lassen, damit die Betriebsspannung auf 8,4 V sinkt. Zur Eichung muß die Kappe des Anzeigeinstruments abgenommen werden. Deshalb dürfen die Arbeiten nicht im Luftstrom eines Ventilators, einer Klimaanlage oder in der Zugluft eines offenen Fensters vorgenommen werden, weil bereits der geringste Luftzug den Zeiger in Bewegung setzt.

Nach jeder Messung muß der Zeiger des Anzeigeinstruments ausreichend Zeit haben, die Ruhestellung zu erreichen. Das erfordert die lange Zeitkonstante des Tiefpasses. Es ist zweckmäßig, nach jeder Eichmessung vorsichtig an das Anzeigeinstrument zu klopfen, weil auch das beste Instrument eine gewisse Lagerreibung hat, deren Einfluß auf diese Weise beseitigt wird. Jeder Eichpunkt auf der Skala sollte zunächst nur dünn mit Bleistift markiert werden. Das endgültige Zeichnen der Skala erfolgt dann später.

Zur Eichung und Überprüfung sind vier 10-µF-Kondensatoren sowie je ein 50-nF-, 0,1-µF- und 1-µF-Kondensator in Papier- oder Mylar-Ausführung mit ±1% Toleranz sowie je ein 100- und 50-pF-Glimmer-Kondensator (Toleranz ±1%) erforderlich.

Die eigentliche Eichung erfolgt jetzt in folgenden Schritten:

1. Man stellt den Zeiger des Anzeigeinstruments mechanisch auf Null.

2. Der Schalter *S 1a, S 1b* wird in Stellung *3* (0,1 µF) gebracht und ein 10-nF-Kondensator an *Bu 4* und *Bu 5* angeschlossen.

3. *R 12* wird nun so gewählt, daß der Zeiger das Skalenende erreicht. Dieser Punkt wird auf der Skala mit „0,1" markiert.

4. Dann vergrößert man die Kapazität an *Bu 4* und *Bu 5* stufenweise um jeweils 10 nF und markiert bei jeder Stufe die Zeigerstellung auf der Skala. Dabei geht man bis 0,1 µF, und der entsprechende Punkt auf der Skala erhält eine „1".

5. Durch Hinzufügen von weiteren 50 nF ergibt sich eine Kapazität von 0,15 µF; auch dieser Punkt wird auf der Skala eingetragen. Dann werden alle Kondensatoren von *Bu 4* und *Bu 5* entfernt.

6. Nach Umschalten von *S 1a, S 1b* auf die Stellung *4* (10 nF) wird ein Kondensator von 10 nF angeschlossen. Der Zeiger soll dabei auf der schon markierten Stellung „1" stehen.

7. Schrittweise wird nun die Kapazität um jeweils 10 nF erhöht, und die Skala erhält die entsprechenden Markierungen „2", „3", „4" und „5". Danach entfernt man wieder sämtliche Kondensatoren.

8. An *Bu 4* und *Bu 5* wird jetzt ein 0,1-µF-Kondensator angeschlossen, und die sich dabei einstellende Zeigerposition mit „10" gekennzeichnet. Danach wird auch dieser Kondensator wieder abgeklemmt.

9. Der Schalter *S 1a, S 1b* wird in Stellung *2* (1 µF) gebracht und ein 1-µF-Kondensator angeschlossen. *R 6* muß jetzt so ausgewählt werden, daß das Instrument genau „1" anzeigt.

10. Jetzt schaltet man das Meßgerät ab und wartet, bis der Zeiger seine Ruhelage erreicht hat. Eine weitere Markierung kennzeichnet diese Stellung.

11. Aus Sicherheitsgründen sollten noch mehrere Messungen mit Kondensatoren in den verschiedenen Bereichen erfolgen. Verlaufen diese Nachprüfungen zufriedenstellend, dann kann man das Gerät ausschalten, die Skala des Anzeigeinstruments ausbauen und mit Tusche zeichnen.

Zur Eichung des Geräts für die indirekte Messung von Kapazitäten über 10 µF gibt es mehrere Möglichkeiten. Im folgenden sei ein Verfahren beschrieben, bei dem die Kappe des Meßinstruments nicht noch einmal entfernt zu werden braucht. Damit lassen sich Kapazitäten bis zu 100 µF erfassen. An zusätzlichen Teilen benötigt man verschiedene Kondensatoren mit Werten zwischen 10 und 100 µF sowie einen Vergleichskondensator von 10 µF. Die Eichung für diese hohen Kapazitätswerte wird dann auf folgende Weise durchgeführt:

1. Mit dem 10-µF-Kondensator an den Buchsen *Bu 2* und *Bu 3* und einem 100-µF-Kondensator an *Bu 4* und *Bu 5* werden *S 1a, S 1b* in die Stellung *1* gebracht, *R 7* wird auf kleinsten Widerstandswert eingestellt und dann das Gerät eingeschaltet. Der Zeiger pendelt jetzt fast über die ganze Skala.

2. Für *R 8* sucht man jetzt einen Widerstandswert aus, bei dem der Zeigerausschlag am linken Skalenende der Marke „10" möglichst nahekommt. Mit *R 7* läßt sich dieser Ausschlag dann genau einstellen. *R 7* sollte zweckmäßigerweise ebenfalls eine Skala erhalten, auf der man diese Reglereinstellung mit „100" markiert. Dann wird der 100-µF-Kondensator entfernt.

3. Nacheinander schaltet man nun verschiedene andere Kondensatoren an *Bu 4* und *Bu 5*. Dabei wird *R 7* jedesmal so eingeregelt, daß der Zeigerausschlag beim Hin- und Herpendeln am linken Skalenende gerade die Marke „10" erreicht; die Reglereinstellung wird auf der zugehörigen Skala markiert. Auf diese Weise erhält *R 7* eine Skala mit Werten zwischen 10 und 100.

Messungen

Zur Messung von Kapazitäten zwischen 15 pF und 10 µF schaltet man das Meßgerät ein, bringt *S 1a, S 1b* in die passende Stellung und schließt den zu messenden Kondensator an *Bu 4* und *Bu 5* an. Wenn man geeignete Transistoren verwendet hat, lassen sich sogar Kapazitätswerte bis zu 10 pF messen. Ist das Kapazitätsmeßgerät auch für Werte oberhalb 10 µF geeicht, dann kann man solche Werte ebenfalls messen. Dazu legt man an die Anschlüsse *Bu 2* und *Bu 3* einen 10-µF-Kondensator (zweckmäßigerweise denselben, den man zur Eichung benutzt hat), bringt *S 1a, S 1b* in die Stellung *1* und verbindet den unbekannten Kondensator mit den Klemmen *Bu 4* und *Bu 5*. Dann wird *R 7* so eingestellt, daß der Zeiger bei seinen Pendelbewegungen am linken Skalenende gerade die Marke „10" erreicht. Danach läßt sich die Kapazität des Prüflings an der Skala des Reglers *R 7* ablesen. Kapazitäten über 100 µF kann man im Prinzip mit Hilfe einer Stoppuhr durch Bestimmung der Periodendauer ermitteln. Da so große Kondensatoren aber meistens hohe Leckströme haben, sind auf diese Weise gefundene Meßwerte ungenau, weil die Leckströme die Zeitkonstante verfälschen.

Über den Ausgang *Bu 1* ist das Gerät auch als Impulsgenerator verwendbar. Dabei wird die Impulsfolgefrequenz durch die Kapazität zwischen *Bu 4* und *Bu 5* bestimmt, während die Impulsbreite von der Stellung des Schalters *S 1a, S 1b* abhängt. Bringt man diesen Schalter in die Stellung *1*, dann hängt die Impulsbreite von der Kapazität des Kondensators ab, den man an die Klemmen *Bu 2* und *Bu 3* schaltet. Die Impulsfolgefrequenz läßt sich mit dem Regler *R 7* einstellen.

Fehlermöglichkeiten

Kleine Abweichungen infolge der Alterung von Bauelementen werden zweckmäßigerweise durch mechanische Nachstellung des Anzeigeinstruments ausgeglichen. Ist die Anzeige besonders in den unteren Bereichen ungenau, dann fehlt entweder die Verbindung zwischen Masseleitung und dem Chassis, oder man hat einen ungeeigneten Transistor in den Multivibrator eingebaut. In diesem Fall sollte man das richtige Arbeiten des Multivibrators überprüfen. Bei der Messung eines 100-pF-Kondensators soll die an *Bu 1* mit dem Oszillografen gemessene Impulsbreite etwa 60 µs betragen. Ersetzt man den 100-pF-Kondensator durch einen solchen von 15 pF, dann darf sich die Impulsbreite nicht ändern. Anderenfalls ist *T 2* oder *T 3* auszutauschen.

Wenn sich die Anzeige mit der Batteriespannung ändert, liegt es wahrscheinlich an der Z-Diode *D 1*. Mit einem Oszillografen läßt sich auch das feststellen. Die Impulshöhe an *Bu 1* soll 5,3 V nicht übersteigen; gegebenenfalls ist *D 1* auszutauschen. Das Kapazitätsmeßgerät muß bei Betriebsspannungen zwischen 7,2 und 9 V einwandfrei arbeiten. Dieser Bereich läßt sich durch geeignete Wahl von *R 1* mitunter noch erweitern. *Si*

(Hileman, D.: Direct-reading capacitance meter. Popular Electronics Bd. 3 (1973), Nr. 2, S. 65)

WERNER W. DIEFENBACH

Transistor-Fuchsjagdsender für 2 m

Technische Daten

Sender: dreistufig
Oszillator: quarzgesteuert
Ausgangsfrequenz: 144...146 MHz (je nach Quarz)
Quarzfrequenz: 72...73 MHz
Ausgangsleistung: 160 mW (9 V), 330 mW (12 V)
Modulator: einstufig
Modulationsfrequenz: je nach Dimensionierung
Betriebsspannung: 9...12 V=
Bestückung: 2×2 N 3866, 2 N 708, 2 N 1613
Abmessungen: 133 mm × 82 mm × 65 mm

Zu Fuchsjagden werden mehrere Sender benötigt, die sich in der Modulation unterscheiden. Daher ist es zweckmäßig, Sender- und Modulatorteil auf getrennten Platinen aufzubauen. Da diese Sender außerdem unempfindlich gegenüber äußeren Einflüssen sein und über einen längeren Zeitraum hinweg ein konstantes Signal abgeben müssen, sollte das Gerät in einem stabilen Gehäuse untergebracht werden (Bild 1).

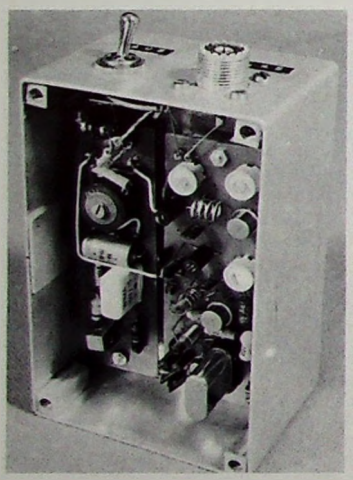


Bild 1. Ansicht des Fuchsjagdsenders mit abgenommener Deckplatte ◄

Bild 2. Schaltung des 2-m-Fuchsjagdsenders ►

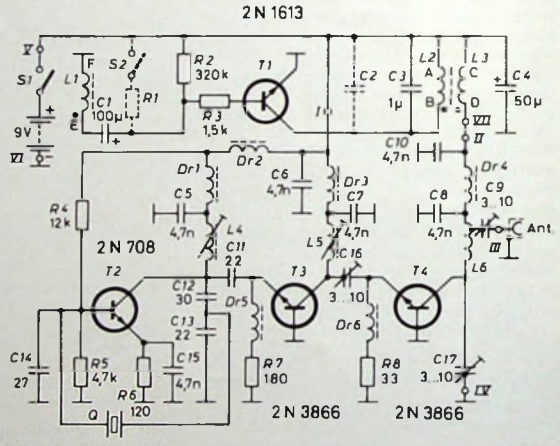
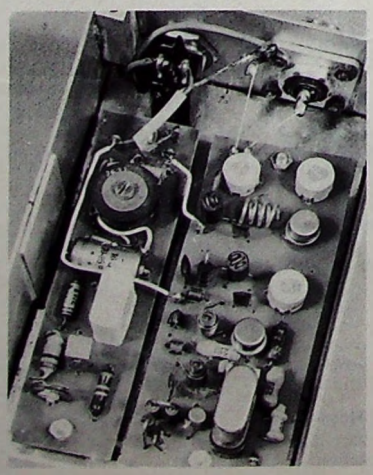


Bild 3 (unten). Anordnung der beiden Platinen im Gehäuse ▼



Schaltung

Der dreistufige Senderteil umfaßt den Quarzoszillator, einen Verdoppler und die Endstufe (Bild 2). Bis auf den Transistor *T 2* arbeiten alle Sendertransistoren in Basisschaltung. Als Quarz wird ein 72-MHz-Typ verwendet, der zwischen Kollektor und Basis des Oszillatortransistors *T 2* geschaltet ist. Der Rückkopplungsgrad dieser Stufe wird durch die Kondensatoren *C 12* und *C 13* bestimmt. Sollte der Quarz nicht richtig anschwingen, so kann durch Änderung dieser Kondensatoren der Rückkopplungsgrad stärker oder schwächer eingestellt werden.

Die Verdopplerstufe mit dem Transistor *T 3* wird über den Kondensator *C 11* angesteuert. Die Drossel *Dr 5* verhindert das Abfließen der HF über *R 7* nach Masse. Im Kollektorkreis von *T 3* wird das verdoppelte Signal mit dem Schwingkreis *L 5, C 16* ausgekoppelt. Mit dem Trimmer *C 16* kann Anpassung an die Endstufe erreicht werden.

Die Sender-Endstufe mit dem Transistor *T 4* wird am Emitter angesteuert. Der Kollektorkreis *L 6, C 17* sorgt für die nötige Selektion im 2-m-Band. Zur genauen Anpassung einer niederohmigen Antenne an die Sender-Endstufe ist der Trimmer *C 9* vorhanden. Er koppelt über eine Anzapfung der Spule *L 6* die Endstufenleistung an die Antenne. Die Endstufe wird über die Wicklung *L 3* des Modulatorübertragers und über die Drossel *Dr 4* amplitudenmoduliert.

Der Modulator ist einstufig und dient gleichzeitig als Tongenerator. Der *LC*-Oszillator *T 1* arbeitet mit induktiver Rückkopplung. Über den verhältnismäßig hochohmigen Widerstand *R 2* liegt nach dem Einschalten eine geringe Basisvorspannung an *T 1*, die aber nicht ausreicht, den Oszillatortransistor durchzuschalten. Gleichzeitig wird der Kondensator *C 1* langsam aufgeladen. Bei einem bestimmten Ladezustand wird *T 1* leitend, und der Oszillator schwingt an. Da sich *C 1* aber nun über *R 3* und die Basis-Emitter-Strecke von *T 1* entlädt, setzen die Schwingungen nach einer gewissen Zeit aus, bis *C 1* wieder genügend aufgeladen ist. Man erhält mit dieser Schaltung also einen unterbrochenen Modulationston, wobei der Widerstand *R 2* die Pausenlänge bestimmt. Bei zu kleinem Widerstandswert geht die Modulation in einen Dauerton über. Vom Widerstand *R 3* hängt die Impulszeit ab. Durch Ändern dieser Werte und durch Zuschalten von *C 2* beziehungsweise *R 1* kann jeder Modulatorteil unterschiedlich ausgeführt werden. Manchmal ist es vorteilhaft, die Modulation eines Fuchsjagdsenders umschalten zu können. Dazu kann der Schalter *S 2* eingebaut werden.

Die Spannungsversorgung des Gerätes ist verhältnismäßig unkritisch. Bei niedrigen Betriebsspannungen nimmt jedoch die Senderleistung stark ab. Bei den angegebenen Widerstandswerten ist die maximale Betriebsspannung 14 V=; sie kann jedoch bis etwa 5,5 V= sinken. Bei 12 V= ist die Ausgangsleistung 330 mW und bei 7 V= nur noch 70 mW. Die Stromaufnahme schwankt je nach Batteriespannung zwischen 20 und 50 mA.

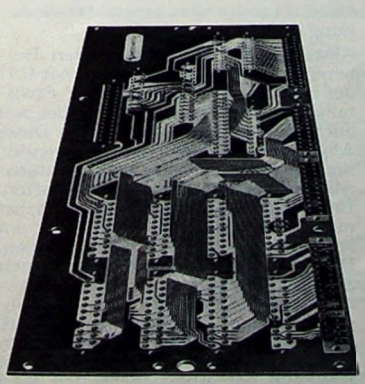
Aufbau

Das Gehäuse des Senders besteht aus 1-mm-Aluminiumblech und hat die Abmessungen 82 mm × 133 mm × 65 mm.

Wie man sich bettet, so liegt man . . .

Deutscher Holzschnitt, 16 Jahrhundert

Dabei ist es wichtig, richtig zu liegen. — Was der Dame auf unserem Bild das Daunenbett, ist Bauelementen die Leiterplatte.



Unsere Leiterplatten* dienen in den verschiedensten Ausführungen als Trägerelemente von aktiven und passiven Bauelementen und können selbst — zum Beispiel in stripline-Technik bei Tunern — Funktionselemente sein. Den jeweiligen Erfordernissen angepaßt und aus unterschiedlichsten Basismaterialien hergestellt, mit und ohne Durchmetallisierung und Oberflächenbehandlung erfüllen sie alle Forderungen, die von der Weltraumtechnik bis hin zur Unterhaltungselektronik an sie gestellt werden.

**NSF-Leiterplatten*

- *werden aus jedem gewünschten Material hergestellt*
- *haben Leiterzüge mit und ohne Veredelung*
- *ihre Kontaktfinger sind vergoldet und vernickelt*
- *mit computergesteuerter Lochherstellung bis zur höchsten Genauigkeit*
- *können starr oder flexibel sein*
- *als Multilayer*
- *werden sowohl in Großserie gefertigt als auch in geringer Stückzahl für professionelle Anwendung.*

AEG-TELEFUNKEN
Fachbereich Bauteile NSF
85 Nürnberg
Obere Kanalstraße

Leiterplatten von NSF — der Qualität wegen

WAK 4858

Ein an zwei Enden abgewinkeltes Zwischenblech wird 25 mm von der Unterkante aus festgeschraubt. Auf einer Seite des Zwischenbleches sind die Platinen befestigt (Bild 3). Die andere Seite ist der Batterieraum, in dem beispielsweise zwei Flachbatterien oder Stabbatterien untergebracht werden können. Für kurze Betriebszeiten reicht die Versorgung mit einer 9-V-Transistorbatterie aus. Das Gehäuse wird mit zwei Aluminiumdeckeln verschlossen, die jeweils an den Ecken festgeschraubt werden.

Zum Aufbau des Senderteils wird eine gedruckte Schaltung mit den Platinenabmessungen 100 mm × 40 mm verwendet (Bilder 4 und 5). Die Leiterbahnen auf der Platine erlauben es, Quarzfassungen für Normal- oder für gedruckte Verdrahtung zu benutzen. Die beiden Spulenkörper von *L 4* und *L 5* werden mit Klebstoff direkt auf die Platinenoberseite geklebt. Die Breitbanddrosseln *Dr 4, Dr 5* und *Dr 6* bestehen aus Ferritkernen „VK 200", durch die je 3 Wdg. zu ziehen sind. Sie werden stehend montiert. Für die Drosseln *Dr 1, Dr 2* und *Dr 3* verwendet man Ferrit-Dämpfungsperlen mit je 6 Wdg. CuL-Draht von 0,3 mm Durchmesser. Der Einbau der anderen Bauelemente ist unkritisch. Die Wickeldaten der Spulen sind in Tab. I. zusammengestellt.

Die Modulatorplatine hat die Abmessungen 100 mm × 25 mm (Bilder 6 und 7). Der Aufbau ist problemlos. Sollten sich während eines längeren Betriebes die Pausenzeiten der Modulation ändern oder sollte die Modulation sogar in Dauerton übergehen, dann muß der Transistor *T 1* gekühlt werden. Man kann einen Kühlstern anbringen oder den Transistor mit einer Schelle isoliert am Aluminiumgehäuse anschrauben.

Die Platine hat zur eventuellen Ergänzung mit dem Kondensator *C 2* Raumreserven. Ferner kann der bereits erwähnte Schalter *S 2* auf der Bedienungsseite des Gehäuses untergebracht werden, wenn die Modulation umschaltbar sein soll.

Abgleich

Der Sender ist mit Sorgfalt abzugleichen. Nur dadurch werden einwandfreies Arbeiten und maximale Ausgangsleistung erreicht. Der Senderausgang wird zuerst mit einer künstlichen Antenne von 50 bis 75 Ohm abgeschlossen und die Betriebsspannung über ein mA-Meter zugeführt. Größere Abweichungen sind dadurch sofort zu erkennen. Jetzt werden die Kerne der Spulen *L 4* und *L 5* ganz in den Spulenkörper eingedreht, und ein Röhrenvoltmeter wird über einen HF-Tastkopf an den Kollektor von *T 3* geschaltet. Beim Ausdrehen des Kerns von *L 4* steigt die HF-Spannung am Röhrenvoltmeter an, erreicht ein Maximum und fällt wieder ab. Die günstigste Einstellung für das sichere Arbeiten des Quarzoszillators liegt kurz vor dem Maximum. Danach legt man das Röhrenvoltmeter an den Abschlußwiderstand. Es sollte jetzt bereits HF-Spannung meßbar sein.

Abweichend von der normalen Reihenfolge wird zuerst der Trimmer *C 17* der Endstufe auf maximale HF-Spannungsanzeige abgestimmt. Dabei soll auch *C 9* nachgestimmt werden. Diese Abgleichmaßnahmen sind notwendig, um für den Treiberkreis die richtigen Abgleichvoraussetzungen zu schaffen. Der Treiberkreis *L 5, C 16* ist zunächst mit *C 16* auf maximale Spannung am Ausgang des Senders abzustimmen. Dann wird wechselseitig in kleinen Schritten der Kern von *L 5* herausgedreht und die Kapazität von *C 16* vergrößert. Der Abgleich ist erreicht, wenn maximale HF-Spannung am Senderausgang gemessen wird. Zum Abschluß der Abgleicharbeiten sind noch einmal der Abgleich des Kreises *L 6, C 17* und die richtige Einstellung des Trimmers *C 9* zu überprüfen.

Einzelteilliste

Quarz, 72 ... 73 MHz, mit Halterung „HC 6/U"	*(Wuttke)*
Widerstände, 0,3 W	*(CRL-Dralowid)*
Elektrolytkondensatoren, 15 V=	*(Wima)*
keramische Kondensatoren	*(NSF)*
Rollkondensatoren	*(Wima)*
Schalenkern „B65561-A0315-A028"	*(Siemens)*
keramische Trimmer, 3...10 pF	*(Rim)*
Ferrit-Dämpfungsperlen	*(Valvo)*
Breitband-Drosseln „VK 200"	*(Valvo)*
Spulenkörper „Sp 3,5/14,5-2298"	*(Vogt)*
Spulenkern „3,5/10×0,5/FCZ FU V"	*(Vogt)*
Antennenbuchse „CD 071"	*(Haeberlein)*
Kippschalter „100 NT"	*(Marquardt)*
Batterien „210", „256" oder „438"	*(Varta)*
Transistoren, 2×2 N 3866, 2 N 708, 2 N 1613	*(Telefunken)*

Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel

Bild 4 (oben). Platine des Senderteils (Maßstab 1:1)

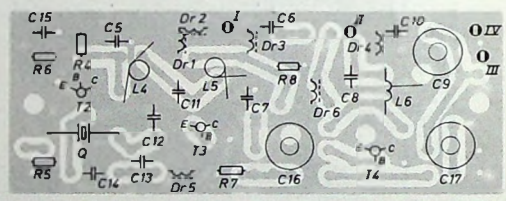


Bild 5. Bestückungsplan der Senderplatine ▶

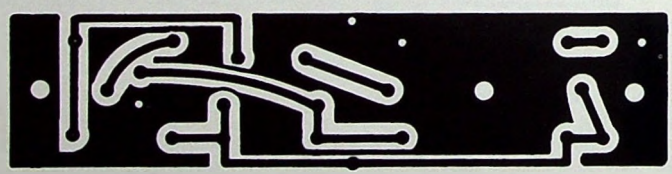


Bild 6. Modulatorplatine (Maßstab 1:1)

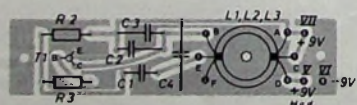


Bild 7. Bestückungsplan der Modulatorplatine

Tab. I. Spulentabelle

Spule	Wdg.	Draht	Spulenkörper
L1	20	0,2 mm CuL	Schalenkern „B65561-A0315-A028" *(Siemens)*
L2	200	0,2 mm CuL	
L3	100	0,2 mm CuL	
L4	10	0,5 mm CuL	„Sp 3,5/14,5-2298" mit Kern „3,5/10×0,5/FCZ FU V" *(Vogt)*
L5	5,5	0,5 mm CuL	„Sp 3,5/14,5-2298" mit Kern „3,5/10×0,5/FCZ FU V" *(Vogt)*
L6	4 (Anzapfung bei 1,5 Wdg. vom kalten Ende)	0,8 mm CuAg	frei tragend gewickelt, 5 mm Ø, 10 mm Länge

Empfindliche Lichtsonde

Für die akustische Überwachung von Kontrollampen, Skalenzeigern und Beleuchtungseinrichtungen, aber auch als Orientierungshilfe für Blinde und für ähnliche Zwecke eignet sich eine kleine Lichtsonde, die mit geringem Aufwand leicht nachzubauen ist. Bild 1 zeigt die Schaltung aus zwei Komplementärtransistoren *T 1* und *T 2*, einem Kadmiumsulfid-Photowiderstand *R* (zum Beispiel SQ 2429 der *RCA*), einem Kondensator *C*, einer Batterie mit Schalter *S* und einem als akustische Signalquelle dienenden Kleinhörer. Die Anordnung arbeitet als NF-Oszillator, wobei die Tonhöhe von der auf den Photowiderstand fallenden Lichtintensität abhängt: Mehr Licht entspricht höheren Frequenzen.

Die Musterschaltung wurde etwa entsprechend Bild 2 auf einer kleinen Lochraster-Pertinaxplatte von 45 mm × 12,5 mm aufgebaut, so daß die Anordnung einschließlich der 3-V-Batterie in einem entsprechend langen, schmalen Rohr untergebracht werden konnte. An einem Ende des Rohres waren der Photowiderstand und der auf dem Pertinaxbrettchen montierte Verstärker mit dem aufgeklebten Ohrhörer, am anderen Ende der Schalter angeordnet. Dazwischen befand sich die Batterie. Schalter und Batterie waren über starke Drähte mit der übrigen Schaltung verbunden, so daß die Anordnung von vorn in das Rohr eingeschoben werden konnte. Die Sonde hatte eine Länge von etwa 15 cm und einen Durchmesser von 1,9 cm. Damit das akustische Signal nach außen gelangen konnte, war seitlich in die Rohrwand (gegenüber dem Kleinhörer) ein Loch gebohrt.

Nach dem Einschalten der fertigen Anordnung hört man zunächst eine Fülle von Tönen, je nachdem, wieviel Licht auf den Photowiderstand fällt. Die Richtungsempfindlichkeit ist aber zunächst noch schlecht. Abhilfe schafft ein dünnes Röhrchen, das mit Hilfe einer Kappe vor dem Photowiderstand angebracht wird. Je länger und je schmaler das Röhrchen ist, um so ausgeprägter ist die Richtempfindlichkeit. Als Anhaltswerte für diesen Lichtleitertubus gelten eine Länge von 20 ... 40 mm und ein Durchmesser von 1 ... 2 mm. Wenn die damit erreichbare Ortungsgenauigkeit noch nicht genügt, muß man einen kleineren Innendurchmesser für den Lichtleitertubus wählen.

Sollte die Lichtempfindlichkeit der Anordnung zu hoch sein, dann liefert sie selbst bei schwacher Beleuchtung nur sehr hohe Töne. Die Lichtempfindlichkeit läßt sich dann mit Hilfe zweier kleiner Polarisationsfolien herabsetzen, wie man sie beispielsweise beim Optiker als Muster für die Wirkungsweise von *Polaroid*-Sonnenbrillen erhalten kann. Eine dieser Folien wird vor das dem Photowiderstand zugewandte Ende des Lichtleitertubus geklebt, die andere vor den Photowiderstand. Dabei ist darauf zu achten, daß nicht die Lichtdurchtrittsfläche der Folien selbst zugeklebt wird. Durch Drehen der Kappe mit dem Lichtleitertubus läßt sich dann die Lichtempfindlichkeit in einem weiten Bereich verändern. Sie ist am größten, wenn die Polarisationsrichtungen der beiden Folien parallel verlaufen, und am geringsten, wenn beide sich rechtwinklig kreuzen.

Das kleine Gerät kann in vielen Fällen nützlich sein. Abgesehen von der akustischen Überwachung von Lichtquellen aller Art, ermöglicht es beispielsweise Blinden, sich gegenüber Lichtquellen zu orientieren. Anzeigelampen an Geräten, Schalttafeln oder Nebenstellentelefonen abzulesen. In Verbindung mit einer kleinen, in der Nähe des Lichtleitertubus angebrachten Lampe kann es sogar zur Überwachung von Anzeigeinstrumenten oder Uhren verwendet werden, weil es auch einen schwarzen Zeiger über einem hellen Untergrund unterscheiden kann. In einer Sonderausführung mit sehr engem Lichtleitertubus ermöglichte die Lichtsonde sogar einem blinden Elektronik-Studenten die Ablesung von Oszillogrammen vom Bildschirm einer Katodenstrahlröhre. *–be–*

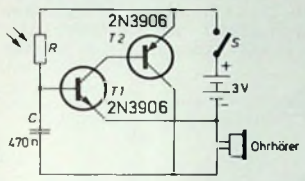


Bild 1. Schaltung der Lichtsonde mit akustischem Ausgangssignal ◄

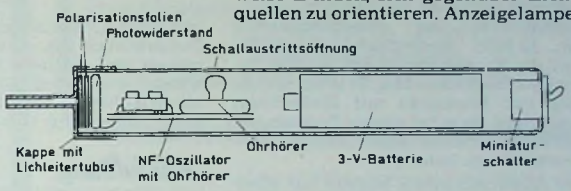


Bild 2. Aufbauvorschlag für die Lichtsonde nach Bild 1 ►

(Mims, F.: Build a light probe. Popular Electronics Bd. 3 (1973) Nr. 3, S. 42)

Antennen-Abstimmeinheit für den KW-Empfang

Kurzwellenempfänger, wie sie von ernsthaften KW-Hörern verwendet werden, weisen im allgemeinen einen niederohmigen Antenneneingang auf. Nun sind aber die Antennen, die auf entsprechend angepaßte niederohmige Antennenzuleitungen arbeiten, immer nur für ein relativ schmales Frequenzband geeignet, so daß viele KW-Hörer, um möglichst weite Berei-

Ein Glück, daß Sie gerade mich gerufen haben! Ich verwende nämlich Halbleiter von Heninger!

che empfangen zu können, normale Langdrahtantennen unterschiedlichster Abmessungen benutzen und auf die Vorteile einer abgestimmten Antenne sowie auf optimale Anpassung verzichten müssen.

Die im Bild 1 dargestellte Antennen-Abstimmeinheit erfordert nur wenige Einzelteile, kann aber die Empfangsverhältnisse im Frequenzbereich 1,8 ... 15 MHz wesentlich verbessern. Auf die Einbeziehung des darüberliegenden Bereichs 15 ... 30 MHz wurde hier mit Rücksicht auf Einfachheit verzichtet, da es bei diesen Frequenzen günstiger ist, einen abgestimmten Vorverstärker zu benutzen.

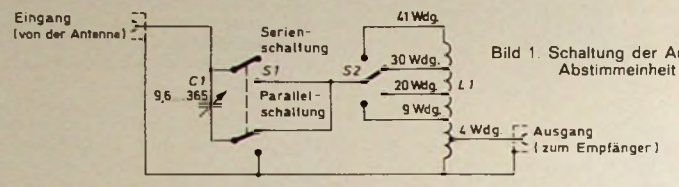


Bild 1. Schaltung der Antennen-Abstimmeinheit

Die Abstimmeinheit besteht aus einer mehrfach angezapften Spule *L 1* und einem Drehkondensator *C 1*. Beide lassen sich mit dem Schalter *S 1* wahlweise zu einem Parallel- oder zu einem Serienresonanzkreis zusammenschalten. Der Schalter *S 2* schaltet die Spule um. Die unterste Anzapfung von *L 1* (am „kalten" Ende) bewirkt die niederohmige Anpassung des Abstimmgerätes an einen entsprechenden Empfängereingang.

Die Wirkung der Abstimmeinheit beruht vor allem darauf, daß durch passende Wahl der Schwingkreisschaltung (Serien- oder Parallelkreis) sowie durch geeignete Einstellung von *L 1* und *C 1* jede Langdrahtantenne (unabhängig von Bauart und Abmessungen) im Frequenzbereich 1,8 ... 15 MHz auf Resonanz abgestimmt werden kann. Damit erhöht sich die Empfindlichkeit der Empfangsanlage. Das Abstimmgerät trägt aber auch noch merklich zur Vorselektion bei, so daß die Spiegelfrequenzsicherheit und die Kreuzmodulationsfestigkeit verbessert werden. Durch die niederohmige Anpassung wird schließlich die von der Antenne aufgenommene Energie optimal zum Empfänger übertragen.

Für den Aufbau verwendet man zweckmäßigerweise ein kleines Metallgehäuse. Der Drehkondensator, die Schalter und die Spule werden auf einer Pertinaxplatte montiert und mit Hilfe von Abstandsröllchen etwa 15 ... 20 mm hinter der Frontplatte des Gehäuses befestigt. Wichtig ist, daß die Metallachse des Drehkondensators abgesägt wird. Die Bedienung erfolgt mit einer Achsverlängerung aus Isoliermaterial. Das ist deshalb wichtig, weil bei Serienschaltung des Schwingkreises der Rotor und damit im allgemeinen auch die Achse und die Wanne des Drehkondensators hochfrequenzmäßig „heiß" sind. Bei Verwendung der normalen Achse würde jede Bedienung so starke Verstimmungen verursachen, daß eine Einstellung praktisch unmöglich wäre.

Als Eingangs- und Ausgangsanschluß dienen handelsübliche HF-Koaxialbuchsen, die möglichst die gleiche Impedanz wie der Empfängereingang haben sollten. Dann kann die Verbindung zwischen Antennen-Abstimmeinheit und Empfänger über ein entsprechendes Koaxialkabel reflexionsfrei erfolgen.

Die Spule wird selbstgewickelt. Sie hat insgesamt 41 Wdg. Kupfer-Lackdraht von etwa 0,5 mm Dicke, die auf einem Isolierkörper von etwa 3,2 cm Durchmesser mit solchem Abstand aufgewickelt sind, daß die Länge der gesamten Wicklung ebenfalls 3,2 cm ist. Die erste Anzapfung (zur Anpassung an den Empfänger) liegt bei 4 Wdg., die weiteren bei 9, 20 und 30 Wdg.

Beim Anschluß der Antennen-Abstimmeinheit ist darauf zu achten, daß über das Empfänger-Koaxialkabel eine einwandfreie Erdverbindung zum Empfänger hergestellt wird und der Empfänger selbst gut geerdet ist. Eine Doppelerdung ist zu vermeiden. Für die Eichung sucht man sich in den verschiedenen Bändern stark einfallende Sender aus und verändert *L 1* und *C 1* so lange, bis das Signal merklich stärker wird. Die Einstellwerte für die verschiedenen Frequenzen werden notiert. Für den Empfang schwacher Sender bringt man die Abstimmeinheit zunächst auf die Einstellwerte bekannter Nachbarstationen, stellt dann den gewünschten Sender am Empfänger ein und stimmt schließlich den Drehkondensator der Antennen-Abstimmeinheit auf optimales Signal nach. *Si*

(Drumeller, C. C.: Antenna tuner for SWL's. Popular Electronics Bd. 3 (1973) Nr. 1, S. 1)

Ausbildung

Aus- und Fortbildung mit Computer-Unterstützung

Auf der Hannover-Messe 1973 zeigte die *Nixdorf Computer AG* einen Arbeitsplatz für audiovisuelle Individualschulung. Es wurden dort Beispiele für die Schulung ausländischer Arbeitnehmer, Außendienstmitarbeiter und Sachbearbeiter in Industrie und Verwaltung demonstriert. An Hand von Lehrprogrammen aus den Bereichen EDV, Elektronik, Elektrotechnik, Wirtschaftslehre und Mathematik konnte gezeigt werden, wie man Ausbildungs- und Informationsprobleme mit Hilfe des Computers in Schule und Wirtschaft lösen kann. Für den programmierten Unterricht mit dem *Nixdorf*-Lehrsystem stehen bereits über 300 Lehrprogramme zur Verfügung.

Bei diesem Lehr- und Trainingssystem übernehmen der Computer und die Peripheriegeräte zwei wichtige Funktionen des Lehrers beziehungsweise Ausbilders im herkömmlichen Unterricht: die informative und die didaktische. Der Computer steuert die angeschlossenen Peripheriegeräte wie Tonkassette, Diaprojektor und Adressatenpulte, über die die Schüler ihre Antworten an den Rechner weitergeben. Das System selbst läßt sich wegen seiner Flexibilität jederzeit der Unterrichtssituation anpassen.

Die Großgruppenschulung ist am besten geeignet, Faktenwissen in kurzer Zeit einem großen Kreis von Lernenden zu vermitteln. Die Informationen werden dabei über Kopfhörer und Diaprojektor empfangen. Sämtliche Reaktionen der Lernenden – ihre Antworten auf die gestellten Fragen gehören beispielsweise dazu – werden über eine Tastatur an den Computer weitergegeben und dort registriert. Sie sind als ausgedrucktes Lernprotokoll die Grundlage für die Beurteilung der Leistungen durch den Lehrer. Darüber hinaus können die Schülerinnen und Schüler durch Tastendruck selbst bestimmen, ob der Lehrstoff schneller oder langsamer dargeboten werden soll. Der Computer entscheidet abhängig von der Anzahl der richtigen und falschen Antworten, wann ein Lehrschritt noch einmal wiederholt werden muß oder wann zusätzliche Informationen angeboten werden müssen. Das gleiche System gilt für Kleingruppenarbeit. Alle Teilnehmer bekommen den Lehrstoff auf die gleiche Weise vermittelt.

Bei der Einzelschulung können bis zu acht Schüler lernen, eine Reihe von unterschiedlichen Lehrprogrammen individuell durchzuarbeiten. Jeder Einzelplatz besteht aus Bildschirm und Kopfhörer für die Wissensvermittlung und aus der Tastatur. Will der Schüler individuell lernen, so läßt er sich vom Lehrer ein Lehrprogramm geben. Tonband und Diakassette mit den audiovisuellen Informationen müssen vom Schüler nur noch in den Bild- und Tonteil des Einzelplatzes eingelegt werden – und der Unterricht kann beginnen.

Als Ergänzung zum computerunterstützten Unterricht bietet die *Nixdorf Computer AG* auch die erforderlichen Systeme und Programme für den Informatik-Unterricht, die Prüfungs- und Testauswertung sowie für die Schulverwaltung an. Für den rechnerunterstützten Unterricht stehen rund 300 Lehrprogramme zur Verfügung. Der Schwerpunkt der Programmpakete liegt auf den Gebieten Datenverarbeitung, EDV-Organisation, Mathematik, Betriebswirtschaft, Elektrotechnik und Elektronik.

Antennenbau-Lehrgang in Stuttgart

Das Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, 7 Stuttgart 1, Postfach 831, Telefon (07 11) 20 16 18, führt am 21. und 22. September 1973 einen 13stündigen Antennenbau-Lehrgang durch. Er wird am 26. und 27. Oktober 1973 wiederholt. Gebühr: 50 DM.

VOGT BAUTEILE

FERROCARIT

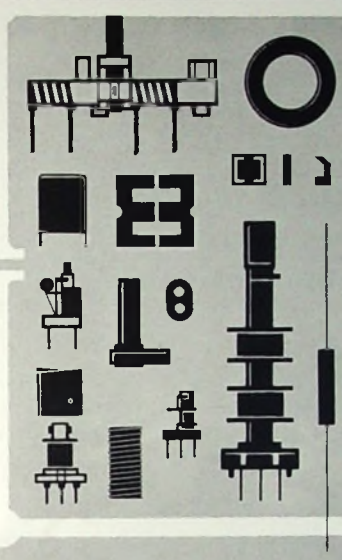
Kerne aus Ferrit und Carbonyleisen

Bandfilter- und Spulenbausätze, auch einbaufertig

UKW-Variometer

HF- und Störschutzdrosseln

Spulenkörper und Kunststoffspritzteile



VOGT & CO KG

FABRIK FÜR ELEKTRONIK-BAUTEILE
D-8391 ERLAU ÜBER PASSAU (BRD)
Telefon: 08591/333* Tx.: 57869

LOEWE OPTA

Wir erweitern die Entwicklungsabteilung in unserem Werk Kronach und suchen für den Bereich Fernsehentwicklung

jüngere Diplom-Ingenieure, Ing. (grad.) und Techniker

Unsere neuen Mitarbeiter erwarten neue, vielseitige Aufgaben auf dem Gebiet Schwarzweiß- und Farbfernsehen.

Ihre Bewerbungsunterlagen senden Sie bitte an
LOEWE OPTA GmbH,
Personalabteilung,
8640 Kronach, Industriestraße 11

ACHTUNG!

Hersteller und Großhändler von Stereogeräten, Musikschränken und Transistorradios

Französische Importfirma kauft sämtliche Auslaufserien und übernimmt ebenfalls deren Vertretung

SATIE 77, RUE MIRABEAU 94 200 IVRY

● ***BLAUPUNKT***

Auto- und Kofferradios

Neueste Modelle mit Garantie. Einbauzubehör für sämtliche Kfz.-Typen vorrätig. Sonderpreise durch Nachnahmeversand. Radiogroßhandlung

W. Kroll, 51 Aachen, Postfach 865, Tel. 7 45 07 — Liste kostenlos

Ich möchte Ihre überzähligen

RÖHREN und **TRANSISTOREN**

in großen und kleinen Mengen kaufen

Bitte schreiben Sie an

Hans Kaminzky
8 München-Solln · Spindlerstr.17

Die günstige Einkaufsquelle für Büromaschinen

Aus Lagerbeständen stets günstige Gelegenheiten, fabrikneu, Kofferschreibmaschinen, Saldiermaschinen, Rechenautomaten. Profitieren Sie von unseren Großeinkäufen.

Fordern Sie Sonderkatalog II/907

NÖTHEL AG Deutschlands großes Büromaschinenhaus

34 Göttingen · Markt 1 · Postfach 601
Telefon 6 20 08, Fernschreiber Nr. 096-893

Preiswerte Halbleiter 1. Wahl

	AA 116	DM —,50
	AC 187/188 K	DM 3,45
	AC 192	DM 1,20
	AD 133 III	DM 6,95
	AF 139	DM 2,80
	AF 239	DM 3,60
	BA 170	DM —,25
	BAY 18	DM —,60
BC 107	DM 1,—	10/DM —,90
BC 108	DM —,90	10/DM —,80
BC 109	DM 1,05	10/DM —,95
BC 170	DM —,70	10/DM —,60
BC 250	DM —,75	10/DM —,65
BF 224	DM 1,50	10/DM 1,40
BF 245	DM 2,30	10/DM 2,15
ZF 2,7 . . . ZF 33		DM 1,30
1 N 4148	DM —,30	10/DM —,25
2 N 708	DM 1,75	10/DM 1,60
2 N 2219 A	DM 2,20	10/DM 2,—
2 N 3055 (RCA)		DM 6,60

Alle Preise inkl. MWSt. Bauteile-Liste anfordern. NN-Versand

M. LITZ, elektronische Bauteile
7742 St. Georgen, Gartenstraße 4
Postfach 55, Telefon (07724) 71 13

Wenn Sie....

Beschaffungsprobleme mit

Bauelementen

haben, wir lösen sie ... denn wir haben Lagerbestände Kondensatoren, Widerstände, Potis, Einstellregler u.v.m.

CONRAD

8452 Hirschau, Tel. 09622 222

WERSI,
ein Zauberwort für Elektronik-Organisten und Bastler.

Leichtverständliche Baupläne und elektronische Elemente in vorgefertigten Bausätzen machen den Bau der Wersi-Orgeln einfach. Durchdachte, elementare Spielanleitungen bringen Musik in Ihre Freizeit. Sie sparen eine Menge Geld, darum sollten Sie sich schnellstens informieren. Fordern Sie unsere Gratis-Unterlagen an. Wir liefern Ihnen Ihr Instrument auch betriebsfertig ins Haus.

WERSI 5401 Halsenbach/Hunsrück, Industriestraße 0/8

Elektronik-Bastelbuch gratis!

für Bastler und alle, die es werden wollen. Viele Bastelvorschläge, Tips, Bezugsquellen u. a. m. kostenlos von TECHNIK-KG, 28 BREMEN 33 BG 26

Wir liefern: 2-m-Bd.-Empfänger 148,00 DM, Kugelschreibermikrofon 54,00 DM, Körperschall-Abhöreinrichtungen — Stethoskop 175,00 DM, Minisender-Aufspürer 298,00 DM, Infrarot-Nachtsichtgerät 1998,00 DM u. v. m. Katalog gegen Rückporto anfordern. Herstellung und Vertrieb — Export-Import

EMIL HÜBNER, 405 Mönchengladbach-Hardt, Gartenkamp 15, Telefon 0 21 61 / 5 99 03

Z 95496

E. Thälmann Str. 56

Fachliteratur von hoher Qualität

Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

I. Band: 728 Seiten · 646 Bilder ..... Ganzleinen 27,50 DM
II. Band: 760 Seiten · 638 Bilder ..... Ganzleinen 27,50 DM
III. Band: 744 Seiten · 669 Bilder ..... Ganzleinen 27,50 DM
IV. Band: 826 Seiten · 769 Bilder ..... Ganzleinen 27,50 DM
V. Band: *Fachwörterbuch mit Definitionen und Abbildungen*
810 Seiten · 514 Bilder ..... Ganzleinen 33,– DM
VI. Band: 765 Seiten · 600 Bilder ..... Ganzleinen 27,50 DM
VII. Band: 743 Seiten · 538 Bilder ..... Ganzleinen 27,50 DM
VIII. Band: 755 Seiten · 537 Bilder ..... Ganzleinen 27,50 DM

Oszillografen-Meßtechnik

Grundlagen und Anwendungen von Elektronenstrahl-Oszillografen
von J. CZECH
684 Seiten · 636 Bilder · 17 Tabellen ... Ganzleinen 47,– DM

Mikrowellen

Grundlagen und Anwendungen der Höchstfrequenztechnik
von HANS HERBERT KLINGER
223 Seiten · 127 Bilder · 7 Tabellen · 191 Formeln
Ganzleinen 32,– DM

Schaltungen und Elemente der digitalen Technik

Eigenschaften und Dimensionierungsregeln zum praktischen Gebrauch
von KONRAD BARTELS und BORIS OKLOBDZIJA
156 Seiten · 103 Bilder ..... Ganzleinen 26,– DM

Computer-Technik – leicht verständlich

von Dr. HERMANN RECHBERGER
227 Seiten · 76 Bilder · 16 Tabellen .... Ganzleinen 32,– DM

Handbuch der Elektronik

Bauelemente und industrielle Schaltungstechnik
Herausgeber: Dr. REINHARD KRETZMANN
Mitautoren: Ing. PAUL GERKE · Ing. FRANZ KUNZ
529 Seiten · 478 Bilder · 17 Tabellen ... Ganzleinen 47,– DM

Transistor-Schaltungstechnik

von HERBERT LENNARTZ und WERNER TAEGER
254 Seiten · 284 Bilder · 4 Tabellen .... Ganzleinen 33,– DM

Praxis der Rundfunk-Stereofonie

von WERNER W. DIEFENBACH
145 Seiten · 117 Bilder · 11 Tabellen ... Ganzleinen 24,– DM

Elektrische Nachrichtentechnik

I. Band: **Grundlagen, Theorie und Berechnung passiver Übertragungsnetzwerke**
von Dozent Dr.-Ing. HEINRICH SCHRÖDER
650 Seiten · 392 Bilder · 7 Tabellen .... Ganzleinen 42,50 DM

II. Band: **Röhren und Transistoren mit ihren Anwendungen bei der Verstärkung, Gleichrichtung und Erzeugung von Sinusschwingungen**
von Dozent Dr.-Ing. HEINRICH SCHRÖDER
603 Seiten · 411 Bilder · 14 Tabellen ... Ganzleinen 42,50 DM

III. Band: **Grundlagen der Impulstechnik und ihre Anwendung beim Fernsehen** NEU
von Dozent Dr.-Ing. HEINRICH SCHRÖDER
Dozent Dipl-Ing. GERHARD FELDMANN
Dozent Dr.-Ing. GÜNTHER ROMMEL
764 Seiten · 549 Bilder ..... Ganzleinen 52,50 DM

Über 110 Seiten umfangreicher als der I. Band und über 160 Seiten umfangreicher als der II. Band.

Technik des Farbfernsehens in Theorie und Praxis NTSC · PAL · SECAM

von Dr.-Ing. NORBERT MAYER (IRT)
330 Seiten mit vielen Tabellen · 206 Bilder · Farbbildanhang
110 Schrifttumsangaben · Amerikanische/englische Fachwörter
Ganzleinen 35,– DM

Prüfen · Messen · Abgleichen

Service an Farbfernsehempfängern PAL · SECAM

von WINFRIED KNOBLOCH
176 Seiten · 64 Bilder ..... Ganzleinen 23,– DM

Kompendium der Photographie

von Dr. EDWIN MUTTER

I. Band: **Die Grundlagen der Photographie**
Zweite, verbesserte und erweiterte Auflage
358 Seiten · 157 Bilder ..... Ganzleinen 33,– DM

II. Band: **Die Negativ-, Diapositiv- und Umkehrverfahren**
334 Seiten · 51 Bilder ..... Ganzleinen 33,– DM

III. Band: **Die Positivverfahren, ihre Technik und Anwendung**
304 Seiten · 40 Bilder · 27 Tabellen .... Ganzleinen 33,– DM

Wörterbuch der Photo-, Film- und Kinotechnik

mit Randgebieten **Englisch · Deutsch · Französisch**
von Dipl-Ing. WOLFGANG GRAU
663 Seiten ..... Ganzleinen 45,– DM

Praxis der Schmalfilmvertonung

demonstriert an Siemens-Geräten
von PETER STÜBER
52 Seiten · 12 Bilder ..... Broschiert 8,50 DM

FACHZEITSCHRIFTEN

FUNK-TECHNIK
INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU
FERNSEH- UND KINO-TECHNIK
RUNDFUNK-FERNSEH-GROSSHANDEL
PHOTO-TECHNIK UND -WIRTSCHAFT
KAUTSCHUK UND GUMMI · KUNSTSTOFFE
LICHTTECHNIK
MEDIZINAL-MARKT / ACTA MEDICOTECHNICA

Zu beziehen durch Buch- und zahlreiche Fachhandlungen im Inland und im Ausland sowie durch den Verlag · Spezialprospekt und Probeheft auf Wunsch

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · HELIOS-VERLAG GMBH
1 BERLIN 52 (BORSIGWALDE)